Eberhard Siegmund

Aufwand und Ertrag bei waldbaulichen Betriebsformen

Untersucht an Modellen von Tannen-Fichten-Buchen-Mischbeständen

München 1974

Freiburg i. Br., 1975

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551924_0003

Aufwand und Ertrag
bei waldbaulichen Betriebsformen
(untersucht an Modellen von
Tannen-Fichten-Buchen-Mischbeständen)

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung der Doktorwürde
der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
in München

Vorgelegt von
Eberhard Siegmund

Freiburg i. Br., 1973

Referent: Prof. Dr. H. Löffler

Koreferenten: Prof. Dr. W. Kroth
Prof. Dr. P. Burschel

Verkündigung des Prüfungsergebnisses:
6.2.1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dissertationsdruck · Johannes Krause · Buchbinderei
78 Freiburg im Breisgau, Bertoldstraße 43

Vorwort

Die vorliegende Untersuchung entstand auf Anregung von Herrn Professor Dr. H. STEINLIN, ehemals Direktor des Instituts für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg i.Br. Nach dessen Wahl zum Rektor der Universität wurde das Institut stellvertretend von Herrn Doz. Dr. H.D. LÖFFLER geleitet, der seinerseits einen Ruf als Direktor des jetzigen Instituts für Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Universität München erhielt. Unter seiner Leitung wurde die Arbeit fortgeführt und beendet. Herr Professor Dr. LÖFFLER beriet mich auch in grundlegenden Fragen. Für seine hilfsbereite Betreuung möchte ich ihm ganz besonders danken.

Herzlich danken möchte ich auch Familie BRANDL für die stete Bereitschaft zu Gesprächen über die Probleme der Arbeit und die dabei erfahrene Ermutigung und Unterstützung.

Außerdem danke ich den Forstamtsvorständen in Baden-Württemberg und Bayern, die durch ihr Entgegenkommen zur Klärung spezieller Fragen beitrugen. Stellvertretend für alle anderen seien genannt: Herr FDir. Dr. DRESCHER, FA. Schönau/Schwarzwald und Herr FDir. HOCKENJOS, FA. St. Märgen/Schwarzwald.

Ebenso gilt mein Dank der EDV-Stelle der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg unter Leitung von Herrn Ofr. SCHITZ für die hilfsbereite Unterstützung bei den HET-Kalkulationen. Die Rücke-Kalkulationen wurden von Herrn cand.-forest GÖLDNER ausgeführt. Die graphischen Darstellungen fertigte Frau MAYER. Die umfangreichen Schreibarbeiten übernahm Fräulein WISSLER. Ihnen darf ich vielmals danken. Ferner danke ich allen anderen, die mir durch Rat und Tat geholfen haben.

Den Landesforstverwaltungen von Baden-Württemberg und Bayern sage ich Dank für ihre Unterstützung in Form namhafter, finanzieller Beiträge.

Freiburg/Brsg., Dezember 1973

Eberhard Siegmund

Gliederung der Arbeit

	Seite
1. Einleitung und Problemstellung	1
2. Methodik	3
3. Allgemeine Grundlagen der Modelle	7
3.1 Informationen zur Modellbildung	7
3.2 Standort, dGz_{100}	8
3.3 Produktionsziel, Umtriebszeit	9
3.4 Gliederung in Perioden und Teilziele	11
3.5 Periodenweise Cnarakterisierung der Modelle	12
4. Die Modelle im einzelnen	17
4.1 Plenterbetrieb	17
4.2 Kahlschlagbetrieb	23
4.3 Femelschlagbetrieb	31
4.4 Zonenschirmschlag	36
4.5 Vergleich der Modelle	39
5. Betriebsarbeiten	45
5.1 Holzernte	46
5.11 Holzeinschlag	46
5.12 Entrindung	59
5.13 Rücken	61
5.2 Sonstige Betriebsarbeiten	74
6. Zeit- und Kostenaufwand	79
6.1 Periodenvergleich	80
6.2 Gesichtspunkte zum Betriebsklassenvergleich	82
6.3 Gesamtaufwand	83
6.4 Arbeitsvolumen	88
7. Erträge aus Holz und Nebennutzungen	89
7.1 Holzverkauf	89
7.2 Nebennutzungen	93
7.3 Vergleich der Erträge	95
8. Gegenüberstellung von Aufwand und Ertrag	97
9. Zusammenfassung	101

Verzeichnis der Abbildungen

			nach Seite
Abb.	1	Schema des methodischen Vorgehens	3
Abb.	2	Lage der Teilziele	12
Abb.	3	Vorrat beim Plenterbetrieb	19
Abb.	4	Herleitungsschema der Bestandesdaten beim Plenterbetrieb	19
Abb.	5	Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Kahlschlagbetrieb	24
Abb.	6	Vorratsentwicklung beim Kahlschlagbetrieb	24
Abb.	7	Prozentanteil der Baumarten am Einschlag	24
Abb.	8	Prozentualer Sortenanteil am Ta- u. Fi-Einschlag	24
Abb.	9	Prozentualer Sortenanteil am Bu-Einschlag	24
Abb.	10	Herleitungsschema der Bestandesdaten beim schlagweisen Hochwald	24
Abb.	11	Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Femelschlagbetrieb	32
Abb.	12	Vorratsentwicklung beim Femelschlagbetrieb	32
Abb.	13	Prozentanteil der Baumarten am Einschlag	32
Abb.	14	Prozentualer Sortenanteil am Ta- Fi-Einschlag	32
Abb.	15	Prozentualer Sortenanteil am Bu-Einschlag	32
Abb.	16	Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Zonenschirmschlag	36
Abb.	17	Vorratsentwicklung beim Zonenschirmschlag	37
Abb.	18	Prozentanteil der Baumarten am Einschlag	37
Abb.	19	Prozentualer Sortenanteil am Ta- Fi-Einschlag	37
Abb.	20	Prozentualer Sortenanteil am Bu-Einschlag	37
Abb.	21	Staffelung der Endnutzungshiebe beim Zonenschirmschlag	38
Abb.	22	Verwertetes Volumen je Stamm	51
Abb.	23	Modellfläche	61
Abb.	24	Schichtholzrücken	63

nach Seite

Abb. 25	Stammholzrücken	63
Abb. 26	Ermittlung der Vorlieferdistanz	65
Abb. 27	Verteilung der Schichtholzbündel auf der Rückegasse	66
Abb. 28	Kosten beim Rücken von gebündeltem Schichtholz mit Timberjack	74
Abb. 29	Ausgaben bei den einzelnen Betriebsformen	84
Abb. 30	Baumartenanteile an den Einschlagsmassen und Einnahmen	95
Abb. 31	Gegenüberstellung der Einnahmen und Ausgaben bei den einzelnen Betriebsformen	97

Verzeichnis der Anlagen

Anlage			nach Seite
1	Kahlschlagbetrieb:	Feststellung der Nutzungen	15
2/3	Plenterbetrieb:	Beispielbestand Forstamt Wolfach II	19
4	Plenterbetrieb:	Bestandesbeschreibung	19
5	Kahlschlagbetrieb:	Beschreibung der Teilziele 1-6	24
6	Femelschlagbetrieb:	Verjüngungsablauf	35
7/8	Femelschlagbetrieb:	Verjüngungsablauf (ohne Lichtungszuwachs)	35
9/10	Femelschlagbetrieb:	Verjüngungsablauf (Berücksichtigung des Lichtungszuwachses)	35
11	Femelschlagbetrieb:	Ermittlung des lGz	35
12	Zonenschirmschlag:	Verjüngungsablauf	37
13/14	Zonenschirmschlag:	Verjüngungsablauf (ohne Lichtungszuwachs)	37
15	Zonenschirmschlag:	Verjüngungsablauf (Berücksichtigung des Lichtungszuwachses)	37
16	Flächenanteile(bei verschiedenen Betriebsformen)		40
17	Massenanteile (bei verschiedenen Betriebsformen)		41
18	Nutzung insgesamt/Gesamtwuchsleistung (Vfm_D)		43
19	Nutzung, prozentual aufgeteilt nach Baumarten		43
20	Sortenanteile (in Prozent der Erntemasse bei Ta und Fi)		44
21/22	Flächenblatt (Nadelholz)		46
23	Flächenblatt (Laubholz) Langholz-Aufarbeitung		46

Anlage		nach Seite
24	Schichtholz-Aufarbeitung	46
25	Massenblatt	46
26	Plenterbetrieb: Abmessungen von Fi- und Ta-Stammholz o.R.	48
27	Plenterbetrieb (Holzmeßkundliche Daten)	49
28	Durchschnittlicher Inhalt je Stamm	49
29	Sorten- und Stärkeklassengliederung der Plenterhiebe	53
30	Plenterbetrieb: Herleitung der Industrieholzmenge aus Einzelstämmen	53
31	Zusammenstellung von HET-Daten	54
32	Flächengröße der Rückefelder u. -blöcke	63

Verzeichnis der Tabellen

			nach Seite
Tab.	1	Zusammenstellung der mittleren Stückmassen	60
Tab.	2	Gegenüberstellung der Rückekosten (DM) beim Timberjack und leichten Unimog	72
Tab.	3	Sonstige Betriebsarbeiten beim Kahlschlagbetrieb	74
Tab.	4	Zeit- und Kostenaufwand der "Sonstigen Betriebsarbeiten" beim Kahlschlagbetrieb während der Perioden und der Umtriebszeit	74
Tab.	5	Zeit- und Kostenaufwand je ha bei den "Sonstigen Betriebsarbeiten" der verschiedenen Betriebsformen	77
Tab.	6	Jährlicher Kostenaufwand bei den "Sonstigen Betriebsarbeiten" im Durchschnitt einer ganzen Umtriebszeit	77
Tab.	7	Periodenvergleich des Zeit- und Kostenaufwandes je ha (prozentuale Aufschlüsselung) sämtlicher Betriebsarbeiten bei den verschiedenen Betriebsformen	80
Tab.	8	Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozentuale Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei den verschiedenen Betriebsformen	84
		- Kombination 1	
Tab.	9	- Kombination 2	84
Tab.	10	- Kombination 3	84
Tab.	11	- Kombination 4	84
Tab.	12	Prolongierter Kostenaufwand je ha der verschiedenen Betriebsmaßnahmen bei den einzelnen Betriebsformen	86
Tab.	13	Gesamte Einnahmen bei den Betriebsformen	95
Tab.	14	Aufteilung der Einnahmen (in %) nach Stammholz, Schichtholz und Nebennutzungen	95
Tab.	15	Einnahmen und Ausgaben (DM/ha) insgesamt bei den verschiedenen Betriebsformen	97

1. Einleitung und Problemstellung

Jeder Wirtschaftszweig ist, wenn er wirtschaftlich bestehen und nicht von Subventionen leben will, gezwungen, nach Möglichkeiten zur Vergrößerung des Ertrages bzw. Senkung des Aufwandes zu suchen. Die Forstwirtschaft macht hiervon keine Ausnahme.

Die Vergrößerung des Ertrages ist Aufgabe der Forstpflanzenzüchtung und vor allem der Waldbautechnik unter Verwendung von Erkenntnissen der Ertrags- und Bodenkunde. Dagegen ist es die Aufgabe der Betriebs- und Arbeitswissenschaft, nach Möglichkeiten zur Aufwandsreduzierung zu forschen und die aufgefundenen Lösungen in der Praxis verwirklichen zu helfen.

Die Bemühungen von Forschung und Praxis, den Aufwand im Forstbetrieb ohne Beeinträchtigung der Ziele zu senken, sind vor allem auf die Entwicklung von Arbeitsverfahren gerichtet, die unter Wahrung ökologischer und ergonomischer Belange eine immer höhere Arbeitsproduktivität ermöglichen. Der zur Erledigung notwendiger Betriebsarbeiten erforderliche Aufwand an Arbeitszeit und Kosten hängt jedoch nicht nur von den Arbeitsverfahren und den dabei eingesetzten technischen Mitteln ab; er wird u.a. auch vom Arbeitsobjekt und von den Arbeitsbedingungen beeinflußt. Von wesentlicher Bedeutung ist, welche Arbeiten zur Erreichung der Ziele überhaupt notwendig sind. Es ist bekannt, daß sich vor allem hinsichtlich des letztgenannten Kriteriums die verschiedenen waldbaulichen Betriebsformen unterscheiden.
Durch die Kombination verschiedener Schlagformen und Eingriffsarten sind eine Vielzahl von Betriebsformen entstanden. Sie lassen sich nach BAUER (1962) auf fünf Grundformen zurückführen: Kahlschlag-, Schirmschlag-, Femelschlag-, Saumschlag-

und Plenterbetrieb. Meist werden unter diesen Betriebsformen nur Nutzungs- und Bestandesverjüngungsmethoden verstanden. Doch wird durch die Art der Bestandesverjüngung das Bestandesleben vorgezeichnet, denn bestimmte Verjüngungsverfahren bedingen wieder bestimmte Erziehungsverfahren. Deshalb wird hier als Betriebsform die waldbauliche Gestaltung des ganzen Produktionsablaufes angesehen, angefangen von der Verjüngung des Bestandes über die Erziehungsperiode bis zur Endnutzung.
Auf vielen Waldstandorten besteht die Möglichkeit, zwischen zwei oder mehreren Betriebsformen zu wählen. Für diese Wahl wäre es nützlich, bei jeder Betriebsform den Arbeitszeit- und Kostenaufwand für die notwendigen Betriebsarbeiten zu kennen und dem jeweiligen Ertrag gegenüberzustellen. Die Relation zwischen Aufwand und Ertrag gestattet es, die verschiedenen Betriebsformen in wirtschaftlicher Hinsicht miteinander zu vergleichen.
In der vorliegenden Arbeit wird dieser Vergleich am Beispiel des Tannen/Fichten/Buchen-Typs bei den Betriebsformen: Plenter-, "Kahlschlag"-, Femelschlag- und Zonenschirmschlagbetrieb durchgeführt. Bei der Baumartenkombination Ta-Fi-Bu läßt sich jede der genannten Betriebsformen verwirklichen. Ziel ist in allen Fällen die Erreichung eines maximalen Reinertrages, allerdings unter Einhaltung der betriebsformtypischen Bestandesstruktur.
Der unterschiedliche Bestockungsaufbau bei den einzelnen Betriebsformen hat zwangsläufig einen verschieden hohen Anteil von Ta, Fi und Bu zur Folge. So ist, gleiche Vitalität der Baumarten vorausgesetzt, ein Bu-Anteil von 20 % in einem künstlich begründeten Mischbestand mit Ta und Fi zur Erhaltung eines gewissen Laubholzanteils im Endbestand erforderlich. Dagegen würde ein erheblicher Anteil groß-

kroniger Buchen die Struktur eines im Gleichgewicht befindlichen Ta-Fi-Bu-Plenterwaldes zerstören. Die unterschiedlichen Baumartenanteile müssen deshalb, da sie der jeweiligen Betriebsform entsprechen, in den Vergleich einbezogen werden. Der Betriebsformvergleich liegt damit, anders als der Vergleich verschiedener Baumarten bei gleichartigem Bestockungsaufbau, auf einer anderen Ebene.

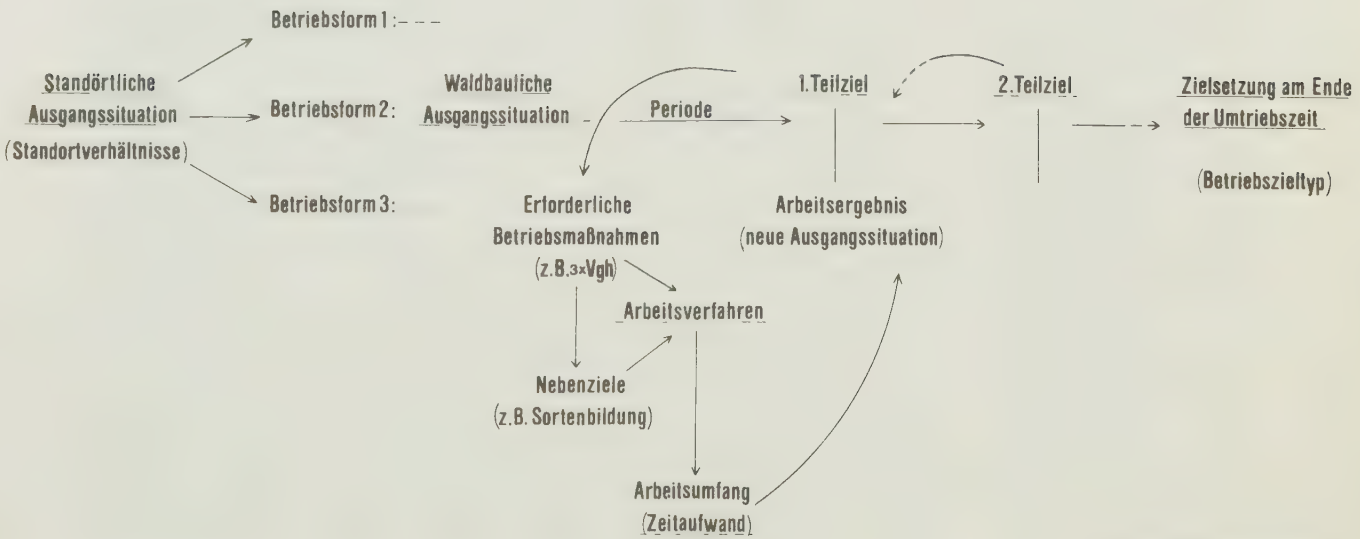
2. Methodik

Jede Betriebsform basiert auf einer Vorstellung, wie das gesteckte Produktionsziel erreicht werden soll. Der Wille zur Verwirklichung dieser Vorstellung prägt die Entscheidungen und Anordnungen über die durchzuführenden Arbeiten und die Wahl der dabei eingesetzten technischen und anderen Mittel. Die weitere Realisierung äußert sich in der Art und dem Umfang der geleisteten Arbeit selbst. Sie kommt schließlich in einer bestimmten Form des Bestockungsaufbaus und der Holzarten- und Sortengliederung des Einschlags zum Ausdruck (s. Abb. 1).
Für einen Aufwand- und Ertragsvergleich zwischen verschiedenen waldbaulichen Betriebsformen sind, methodisch gesehen, verschiedene Wege denkbar.

1. Die langfristige Nachkalkulation an Hand von Zeitreihen in konkreten Altbeständen (nahe am oder besser im Stadium der Endnutzung) verschiedener Betriebsformen.
   Selbst wenn für eine ausreichende Zahl von typischen Beständen mehr oder minder lückenlose Aufzeichnungen über die Holzarten- und Sortengliederung des Einschlags sowie über den Zeit- und Kostenaufwand aller während des Bestandeslebens vollzogenen Arbeiten verfügbar wären, scheidet diese Methode aus, weil damit gerechnet werden muß, daß es während der Entwicklung der betriebsformtypischen Be-

Abb.1

Schema des methodischen Vorgehens



Vgh = Verjüngungshieb

stände zu Veränderungen gekommen ist. Das wäre beispielsweise dadurch möglich, daß sich die Grundsätze der Bestandesbehandlung und die Behandlungsintensität gewandelt haben. Auch die Aushaltungsmodalitäten beim Holzeinschlag können sich geändert haben. Außerdem ist es fraglich, ob alle durchgeführten Maßnahmen der Betriebsform entsprechen. Ganz sicher sind ein Großteil der angewendeten Arbeitsverfahren und -geräte inzwischen veraltet und die zugehörigen Aufwandsdaten daher nicht mehr aktuell.

2. Mit Hilfe einer Querschnittsanalyse, d.h. einer "Momentaufnahme" zahlreicher Bestände aller Entwicklungsstadien der verschiedenen Betriebsformen, lassen sich die Nachteile, mit veralteten Aufzeichnungen arbeiten zu müssen, weitgehend vermeiden. Es ist jedoch ungewiß, ob für jede Betriebsform vom Beginn bis zum Ende des Bestandeslebens eine Kette repräsentativer Bestände gefunden werden kann, die sich zwar hinsichtlich des Zeit- und Kostenaufwands und der waldbaulichen Ertragskomponenten unterscheiden, nicht jedoch in den übrigen Gegebenheiten, welche den Aufwand und Ertrag beeinflußen. Dazu zählen z.B. unterschiedliche Klima- und Geländeverhältnisse. Außerdem ist keineswegs sicher, ob die in diesen Beständen durchgeführten Maßnahmen und angewendeten Verfahren der betreffenden Betriebsform entsprechen. Die Ansichten hierüber sind von Forstbetrieb zu Forstbetrieb verschieden. Selbst bei vergleichbaren Voraussetzungen ergeben sich durch die unterschiedliche Produktivität der Arbeitskräfte voneinander abweichende Aufwandszahlen, zumal auf Leistungsgradschätzungen in der Praxis gewöhnlich verzichtet wird. Schließlich kommt es im praktischen Forstbetrieb mitunter auch zu Fehlaufschreibungen.

3. Wird bei der Querschnittsanalyse darauf geachtet, mit Informationen aus Beständen definierter Betriebsformen zu arbeiten, so wäre auch daran zu denken, betriebsdurchschnittliche Daten aus zahlreichen Beständen auf regressionsanalytischem Wege auszuwerten. Unter der Voraussetzung, daß für eine größere Zahl von Betrieben hinreichend sichere Aufzeichnungen über die von der Bestandesstruktur und anderen betriebsformtypischen Merkmalen abhängigen Variablen (wie Arbeitszeitaufwand) vorliegen, müßte es theoretisch möglich sein, an Hand dieser Faktoren den Einfluß der Betriebsform wenigstens approximativ herauszuarbeiten. Neben methodischen Schwierigkeiten, wie insbesondere der numerischen Darstellung der die jeweilige Betriebsform charakterisierenden Faktoren, stellen sich auch diesem Vorgehen praktisch unüberwindbare Hemmnisse entgegen. Vor allem gelingt es nicht, eine ausreichend große Zahl von Betrieben zu erhalten, welche die genannten Voraussetzungen erfüllen und einen möglichst begrenzten Variationsbereich der übrigen Einflußfaktoren, wie Standort, Bonität, Arbeitsverfahren usw., aufweisen.

4. Es ist schließlich möglich, den Aufwand- und Ertragsvergleich an Hand von Modellen durchzuführen. Beginnend bei einer definierten Ausgangsbestockung und nach Maßgabe eines klar formulierten waldbaulichen Zieles am Ende der Umtriebszeit wird für jede Betriebsform die iedeale Bestockungsentwicklung simuliert und dabei qualitativ und quantitativ beschrieben. Im weiteren sind alle Betriebsarbeiten festzulegen, welche die angegebene Bestockungsentwicklung und die Zielerreichung gewährleisten. Schließlich ist zu entscheiden, welche

Arbeitsverfahren bei den Betriebsarbeiten angewandt und welche Maschinen und Sachmittel eingesetzt werden sollen. Dabei kann der laufenden technischen Weiterentwicklung nur bis zum Zeitpunkt der Untersuchung Rechnung getragen werden. Die Art der eingesetzten Maschinen ist daher zeitlich fixiert und entspricht dem Stand von 1972/73. Bei den Arbeitsverfahren wird ebenfalls ein bestimmter Entwicklungsstand unterstellt.

Modelle beinhalten stets gewisse Vereinfachungen und Abstraktionen. Gleichwohl darf erwartet werden, daß sich vorhandene wesentliche Unterschiede zwischen den Betriebsformen erkennen lassen, sofern sich die entscheidenden Elemente der Modelle und die Kalkulationen bestmöglich an der Praxis orientieren. Die Modelle können daher als mehr oder weniger abstrahierte Darstellungen praktisch betriebener Betriebsformen aufgefaßt werden.

Ein sehr wesentlicher Vorteil der Modellmethode besteht aber darin, daß ohne Einbuße an Realität alle jene Elemente der Betriebsformen gleich gehalten werden können, die nicht zwingend als betriebsformspezifisch zu betrachten sind, wie etwa der Standort, und daß andererseits betriebsformspezifische Elemente, wie z.B. die Bestockungsentwicklung, sich klar herausheben lassen.

Schließlich bietet ein einmal erstelltes System von Modellen die Möglichkeit, innerhalb gewisser Grenzen durch Auswechseln einzelner Bausteine die Modelle und Ergebnisse veränderten Verhältnissen anzupassen.
Nachdem erste orientierende Studien erkennen ließen, daß die drei erstgenannten methodischen Möglichkeiten keinen gangbaren Weg darstellen würden, entschieden wir uns für die Untersuchung am Modell.

3. Allgemeine Grundlagen der Modelle

3.1 Informationen zur Modellbildung

Die zur Modellbildung erforderlichen Informationen entstammen der einschlägigen Literatur, Messungen und Beobachtungen in Beispielbeständen in Süddeutschland, den Ertragstafeln und nicht zuletzt zahlreichen wertvollen Hinweisen aus der Praxis. Die Informationen und Quellen werden im einzelnen im jeweils passenden Zusammenhang diskutiert. An dieser Stelle seien lediglich jene Informationen erwähnt, mit deren Hilfe die Vorstellungen über die charakteristische Bestandesstruktur, -entwicklung und -behandlung der verschiedenen Betriebsformen konkretisiert wurden, und die in Verbindung mit den Überlegungen zum Modellstandort und zur Umtriebszeit die wichtigste Grundlage der Modelle bilden.
Wesentliche Unterlagen für die Formulierung des Plenterwaldmodells lieferten die waldbaulichen und ertragskundlichen Analysen von KÖSTLER (1956) über "Allgäuer Plenterwaldtypen" und jene von MITSCHERLICH (1952, 1963) in Plenterwäldern des Schwarzwaldes.

Zur Charakterisierung des Femelschlagmodells konnte vor allem die Studie von HOCKENJOS (1956) über die Tannen-Buchen-Fichten-Wirtschaft im Staatswald St. Märgen herangezogen werden.

Hinweise über den Zonenschirmschlag des Tannen-Fichten-Buchen-Typs fanden sich insbesondere in der Schrift von EISENKOLB (1963) über den Staatswald Todtmoos.
Von großem Nutzen war schließlich die Arbeit von DRESCHER (1965) "Aus der Bestands- und Ertragsgeschichte von Beständen des südlichen Hochschwarzwaldes". Für die quantitative Darstellung der Modelle konnten ihr viele Angaben entnommen werden.

3.2 Standort, dGZ_{100}

Für die vier zu vergleichenden Betriebsformen Plenter-, Kahlschlag-, Femelschlag- und Zonenschirmschlagbetrieb sollen gleiche Standortsverhältnisse gelten. Folglich sind Verhältnisse zu wählen, die jede Betriebsform ohne Einschränkung ermöglichen.

Die Standorte der Tannen/Fichten/Buchen-Mischbestände des süd- und südwestdeutschen Raumes erfüllen diese Bedingung. Wir unterstellen im wesentlichen die Verhältnisse des südlichen Schwarzwaldes, die sich wie folgt charakterisieren lassen:

Klima ozeanisch getönt mit nicht extrem kalten Wintern und günstigen Sommertemperaturen. Durchschnittstemperatur während der Vegetationszeit ca. +14° C. Niederschläge meist über 1000 mm pro Jahr. Pflanzensoziologisch handelt es sich nach HARTMANN und BONNEMANN (1959) um das Areal der montanen Wuchszone, wobei die Ta-Fi-Bu-Wälder eine Übergangsform darstellen zwischen den Nadelwäldern einerseits und den Buchenwäldern andererseits. Die Höhenlage unseres Modellstandortes wird im Bereich um ca. 800 m über NN gewählt. Es werden überwiegend frische, im allgemeinen tiefgründige und mineralisch kräftige Verwitterungsböden unterstellt, bei denen einkalkuliert werden muß, daß sie in der Verjüngungsphase der Bestände vergrasen. In der genannten Höhenlage gibt es erfahrungsgemäß keine extremen Vitalitätsunterschiede zwischen Tanne, Fichte und Buche. Allerdings besteht bei natürlicher Verjüngung der Bestände die Gefahr, daß die Buche zunächst überhandnimmt.

DRESCHER (1965) gibt für den dGz_{100} in Höhenlagen um 800 bis 900 m über NN mittlere Werte von 10 für die Tanne, 9 für die Fichte und 5 für die Buche an. Wir übernehmen diese Werte einheitlich für alle Betriebsformen.

Aus verjüngungstechnischen Gründen wählen wir für unsere Modellfläche einen Westhang. Da lange Verjüngungszeiträume ausreichend Fläche erfordern, wird eine Flächengröße von 5 ha unterstellt. Schließlich wird vorausgesetzt, daß von der Waldbesitzart her keine Einschränkung bei der Wahl der Betriebsform besteht.

3.3 Produktionsziel, Umtriebszeit

Produktionsziel soll in allen Betriebsformen die Erzeugung von Fi-Ta-Stammholz mit Schwerpunkt bei den mittleren und höheren Stärkeklassen sein. Die Beteiligung der Buche bemißt sich in erster Linie nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten.
Neben Standort, Ausgangssituation und waldbaulichem Ziel am Ende des Produktionszeitraumes ist die Umtriebszeit, bzw. im Falle des Plenterwaldes die Umlaufzeit, einer der wichtigsten Parameter der Modelle. Er sollte, um einen sinnvollen Vergleich überhaupt zu erlauben, für alle Betriebsformen in möglichst engen Grenzen einheitlich gewählt werden. Wesentliche Bestimmungsgründe für die Umtriebszeit sind: das Produktionsziel, verjüngungstechnische Gesichtspunkte und ökonomische Überlegungen. Vor allem HUBER (1966), MAYER (1969) und STEINLIN (1966) haben die Konsequenzen unterschiedlicher Umtriebszeiten unter verschiedenen Gesichtspunkten eingehend durchleuchtet. Stützt man sich auf die Empfehlungen dieser Autoren, dann erscheint für unsere Modelle ein Zeitraum von ca. 130 Jahren als angemessen. Umtriebszeiten dieser Größenordnung werden auch in der Praxis für Tannen/Fichten/Buchen-Mischbestände überwiegend praktiziert. Nach den Untersuchungen von BACHMANN (1968) ist für solche Be-

stände eine Umtriebszeit von ca. 130 Jahren langfristig als wirtschaftlich optimal anzusehen. Die Länge der Umtriebszeit wird zwar, betriebswirtschaftlich gesehen, von der jeweiligen Höhe der Rohholzerlöse und Kosten beeinflußt. Jedoch können bei der vorliegenden Untersuchung saisonale Preis- und Kostenänderungen nicht berücksichtigt werden.
Im Falle des Plenterbetriebes ist eine 130-jährige Umlaufzeit zur Erreichung des postulierten Produktionszieles unbedingt notwendig.
Der Kahlschlagbetrieb läßt sich zwar auch mit 100 Jahren realisieren. Er kann aber auch mit einer Zeitspanne von 130 Jahren durchgeführt werden. Deshalb wurde die Umtriebszeit an diesen Zeitraum angeglichen. Sie beginnt, entsprechend dem Vorgehen bei der praktischen Forsteinrichtung, mit der Kulturbegründung. Dabei wurde das Alter der Pflanzen zum Einbringungszeitpunkt vernachlässigt, da diese nach dem Setzen i.d.R. einen Verpflanzungsschock bekommen, der sie in der Entwicklung zurückwirft und für einen Altersausgleich sorgt.
Beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag muß wegen der langfristigen Naturverjüngung mit einer durchschnittlichen Umtriebszeit gerechnet werden. Sie dauert bis zur Mitte des Verjüngungszeitraumes. Um beide Betriebsformen im Aufwand und Ertrag besser miteinander vergleichen zu können, beginnt die Verjüngung jeweils im Alter 115, endet aber beim Femelschlagbetrieb 10 Jahre später als beim Zonenschirmschlag. Als Folge davon liegt die Umtriebszeit beim Femelschlagbetrieb etwas über, beim Zonenschirmschlag dagegen geringfügig unter 130 Jahre.

Die Länge der Umtriebs- bzw. Umlaufzeit beträgt demnach:

beim Plenterbetrieb	= 130 Jahre		
Kahlschlagbetrieb	= 130	"	
Femelschlagbetrieb	= 133	"	(115 - 150 Jahre)
Zonenschirmschlag	= 128	"	(115 - 140 ")

3.4 Gliederung in Perioden und Teilziele

Sowohl der Übersichtlichkeit wegen, als auch im Interesse einer sehr konkreten und der Praxis bestmöglich angepaßten Modellerstellung und -planung, mußten Umtriebs- bzw. Umlaufzeit in Perioden gegliedert werden. Zunächst boten sich die bei der Forsteinrichtung geübten Zehnjahresspannen an. Im Falle des Plenterbestandes, der, wenn im Gleichgewicht befindlich, ein stets gleichbleibendes Bestockungsbild aufweist, wurde dieses Prinzip übernommen. Bei den übrigen Betriebsformen erwies sich eine äquidistante Zeitteilung für unsere Zwecke als zu starr. Stattdessen orientierten wir uns, so wie dies auch die Praxis bei der Charakterisierung von Beständen tut, an Abschnitten der Bestandesentwicklung mit mehr oder weniger einheitlichem Bestockungsaufbau und mehr oder weniger typischen Betriebsarbeiten. Durch diese Betriebsarbeiten sollen im Laufe dieser Abschnitte bestimmte, letztlich auf das Hauptziel ausgerichtete Teilziele erreicht werden. Diese Teilziele wollen wir als Grenzen zwischen den Perioden betrachten. Folgende Teilziele werden unterschieden:

1. Teilziel: Verjüngungsziel = abgeschlossene Verjüngung des Vorbestandes auf ganzer Fläche, einschließlich Nachbesserungen und Ergänzung von Fehlstellen.

2. Teilziel: Eintritt in das Dickungsalter = Grenze zwischen Jungwuchs- und Dickungsphase, dann, wenn der Jungwuchs sich zur Dickung zu schließen beginnt (ca. Kinnhöhe).

3. Teilziel: Ende der Dickungs- und Beginn der Stangenholzphase. Das ist bei Erreichung einer Oberhöhe von etwa 5 - 6 m und einsetzender, natürlicher Schaftreinigung der Fall (ca. 1/4 der Umtriebszeit).

4. Teilziel: Grenze zwischen Stangen- und Baumholzphase, etwa bis zur Stärkeentwicklung von BHD 20 cm (ca. 1/2 der Umtriebszeit).

5. Teilziel: Beginn der Altholzphase, etwa bei BHD 30 cm.

6. Teilziel: Betriebsziel - hiebsreifes, zur Verjüngung vorgesehenes Altholz.

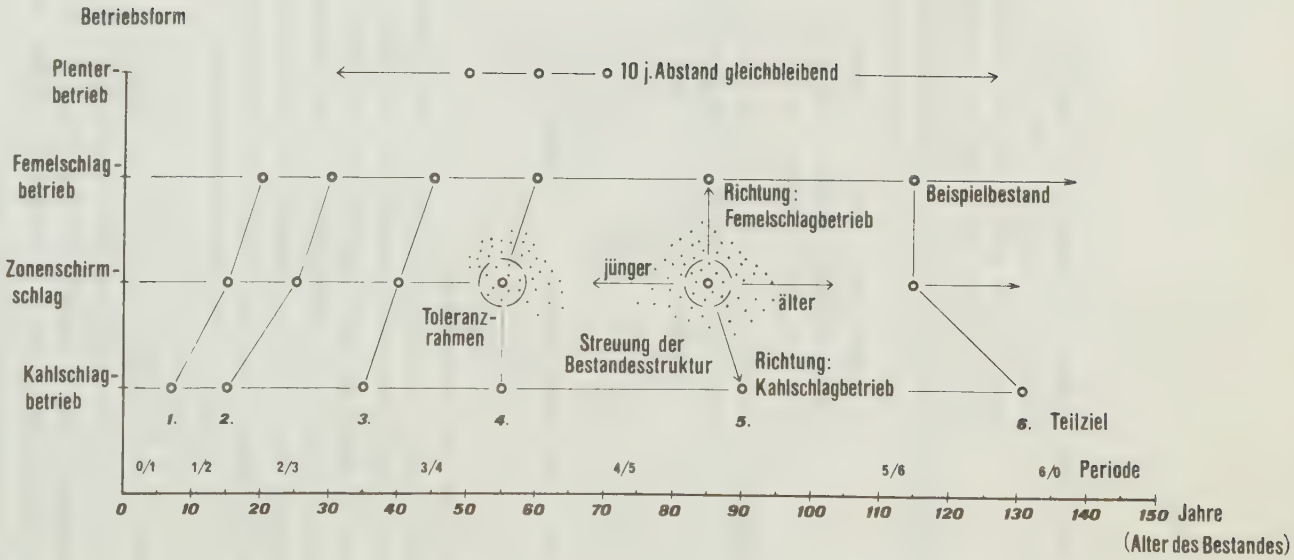
In den Einzelheiten variiert das Teilziel - und Periodenschema zwischen den drei schlagweisen Betriebsformen, bedingt durch den unterschiedlichen Wachstumsverlauf (s. Abb. 2). Im übrigen dürfen die durch die Teilziele definierten Grenzen und Fixpunkte nicht als scharfe und zeitlich exakt sich einstellende Zäsur betrachtet werden. Vielmehr handelt es sich, zumal beim Femelschlag- und Zonenschirmschlagbetrieb, um Übergangszonen.

3.5 Periodenweise Charakterisierung der Modelle

Mit den Betriebsformen, der Baumartenkombination, der Umtriebszeit, dem Produktionsziel, dem Standort und mit der baumartenspezifischen durchschnittlichen Ertragsklasse ist der Rahmen für die Modelle abgesteckt. Um die Modelle

Abb.2

Lage der Teilziele



operational zu gestalten, müssen sie periodenweise durch weitere Kennziffern charakterisiert und in ihrer Entwicklung beschrieben werden. Der nachfolgende Abschnitt befaßt sich mit diesen Fragen im einzelnen. An dieser Stelle seien einige, alle Betriebsformen betreffende Hinweise gegeben.
Der jeweilige Zustand und die Dynamik der Modelle werden mit Hilfe folgender Kennziffern beschrieben:

- Baumartenmischungsverhältnis
- Vorrat
- Bestockungsgrad
- lGz
- Nutzung nach Baumarten und Sorten

Bestimmungsgründe für das Baumartenmischungsverhältnis, das in Form von Flächenanteilen, in älteren Beständen auch über den Vorratsanteil angegeben wird, waren die wirtschaftliche Zielsetzung und die Vergleichbarkeit der Modelle. Außerdem waren Restriktionen auf Grund der Bestandesstruktur und biologisch-ökologische Erfordernisse aus der Sicht der Verjüngung zu beachten. Hierbei stützen wir uns vor allem auf die Ausführungen von HOCKENJOS (1968) und von DRESCHER (1965, Abb. 9 und 10). HOCKENJOS hat darauf hingewiesen, daß ein bestimmter Buchenanteil für die natürliche Verjüngung eines Fi-Ta-Bu-Mischbestandes, insbesondere von Ta, förderlich ist. Neben einem die Verjüngung anderer Baumarten begünstigenden Flächenanteil muß die zu verjüngende Baumart selbst mit einem bestimmten Flächenanteil vertreten sein, damit sie sich in ausreichendem Maße natürlich verjüngt. DRESCHER hat die Abhängigkeit des Baumartenanteils im Folgebestand vom Flächenanteil der betreffenden Baumart im Vorbestand anschaulich dargestellt.

Die weiteren Kennziffern wurden nach Maßgabe der bis dahin vorgegebenen Parameter aus Beispielbeständen in Baden-Württemberg und Bayern sowie der Publikation von DRESCHER (1965) entnommen und aus (Reinbestands-) Ertragstafeln und Bestandessortentafeln abgeleitet. Soweit irgend möglich, erhielten die Werte aus den Beispielbeständen und nach DRESCHER das Hauptgewicht; die Tafelwerte dienten mehr zur Kontrolle und Ergänzung.

Vorrats- und genaue Altersermittlungen in den Beispielbeständen waren aus Zeit- und Kostengründen nur beschränkt möglich. Zur Herleitung der baumartenweisen Vorräte wurden daher die Ertragstafeln stärker herangezogen und die ermittelten Werte vor allem durch die Angaben von DRESCHER abgesichert oder korrigiert. Dabei erwies sich eine Umrechnung von $Vfm_{Baumh.}$ auf $Vfm_{Derbh.}$ als notwendig. Die Nutzungsangaben mußten dagegen von $Efm_{Baumh.}$ auf $Efm_{Derbh.\ o.R.}$ umgerechnet werden. Das geschah mit Hilfe der Reisholzzuschlagsprozente bzw. der Zuschlagsprozente für Reisholz + Rinde aus der Ertragstafel.
Auch bei der Herleitung des mit den Flächenanteilen gewogenen lGz wurde stärker auf die Ertragstafel zurückgegriffen und das Resultat an Hand der Untersuchungsergebnisse von DRESCHER korrigiert. Nachfolgend ist ein Beispiel für die Berechnung des mittleren lGz beim 5. Teilziel (Beginn der Altholzphase) des Kahlschlagbetriebes angegeben.

Ermittlung des lGz

aum-rt	Alter	Ertragskl. dGz_{100}	Tafel-lGz (Vfm_D)	Flächen-anteil	Mit Flächenanteil gewogener Tafel-lGz (Vfm_D)
Ta	90	10	14,7	0,333	4,9 = 4,9
Fi	90	9	9,4	0,500	4,7 = 4,7
Bu	90	5	7,0	0,167	1,17 ~ 1,2
					10,8 davon 119 %
				nach DRESCHER	= 12,8 Vfm_D

Größere Abweichungen zwischen den verschiedenen Informationsquellen traten, nicht unerwartet, bei den Nutzungsangaben auf. So lagen insbesondere die Werte von DRESCHER i.d.R. systematisch unter jenen der anderen Quellen. Um zufallsbedingte Sprünge in der Vorrats-Nutzungs-Entwicklung, wie sie sich bei unmittelbarer Verwendung der Primärinformationen ergeben hätten, zu vermeiden, wurde die V-N-Entwicklung über die Formel

$$V_A + lGz \cdot n - V_E = N_{Rechn.}$$

ausgeglichen. Für den Kahlschlagbetrieb ist in der Anlage 1 ein Beispiel gegeben.
Bei Betrachtung der Vorrats-Nutzungsentwicklung fällt auf, daß die nach der abgewandelten Formel: $V_A + lGz \cdot n - N = V_E$ ermittelten Vorräte manchmal geringfügig von den Modellangaben abweichen. Ein Beispiel möge dies erläutern.

Alter 35 - 55: $70 + 9 \cdot 20 - (20 + 40) = V_E$

$$70 + 180 - 60 = V_E$$

$$190 = V_E$$

Anlage 1

Kahlschlagbetrieb

Feststellung der Nutzungen

Verwendete Formel: (V_A + 1Gz • n - V_E = N)

I. 1Gz zwischen den Teilzielen 3, Alter 35 = 9 Vfm_D
" 4, " 55 = 10 "
20
} 19 : 2 = 9,5 • 20 = 190 Vfm_D

Vorrat beim 3.Teilziel, Alter 35 = 70 Vfm_D
+ 190 "
260 Vfm_D

Vorrat beim 4.Teilziel, Alter 55 = 200 "

Differenz = 60 Vfm_D = Nutzung in der Periode 3/4

30 Vfm_D im Jahrzehnt

II. 1Gz zwischen den Teilzielen 4, Alter 55 = 10 Vfm_D
" 5, " 90 = 12,8 "
35
} 22,8 : 2=11,4 • 35= 399~400 Vfm_D

Vorrat beim 4.Teilziel, Alter 55 = 200 Vfm_D
+ 400 "
600 Vfm_D

Vorrat beim 5.Teilziel, Alter 90 = 446 "

Differenz = 154 Vfm_D = Nutzung in der Periode 4/5

44 Vfm_D im Jahrzehnt

Beispiel

III. 1Gz zwischen den Teilzielen 5, Alter 90 = 12,8 Vfm_D
" 6, " 130 = 9 "
40
} 21,8 : 2=10,9 • 40 = 436 Vfm_D

Vorrat beim 5.Teilziel, Alter 90 = 446 Vfm_D
+ 436 "
882 Vfm_D

Vorrat beim 6.Teilziel, Alter 130= 640 "

Differenz = 242 Vfm_D = Nutzung in der Periode 5/6

60,5 " im Jahrzehnt

Zum Vorrat von 200 Vfm_D beim Alter 55 besteht somit ein Unterschied von 10 fm. Das beruht auf dem verschiedenen Ursprung der einzelnen, in die Berechnung eingehenden Daten.
Die Verteilung der jeweiligen Nutzungen auf Baumarten und Sorten stützt sich außer auf die bereits genannten Quellen sehr stark auf ergänzende Erhebungen bei Betriebsleitern sowie auf eine Arbeit von VOLK (1968).
Die teilweise beträchtlichen Divergenzen zwischen Anteil einer Baumart am Vorrat und an der Nutzung, im mittleren Bestandesalter zumeist eine gegenüber dem Vorratsanteil stärkere Nutzung der Fi und andererseits "Schonung" von Ta und Bu, sind Ausdruck des praktischen Vorgehens in diesen Betriebsformen. Als Beispiel seien die Verhältnisse beim Kahlschlagmodell, Periode 4/5, herausgegriffen.

	Vorrats- bzw. Massenanteil	Nutzungsanteil
Ta	32,0 %	30,0 %
Fi	58,5 %	67,5 %
Bu	9,5 %	2,5 %

4. Die Modelle im einzelnen

4.1 Plenterbetrieb

Beim Plenterbetrieb wird von einer bereits vorhandenen Plenterstruktur der Baumarten Ta, Fi, Bu ausgegangen, wie sie in der verbalen Bestandesbeschreibung (vgl. Anlage 4) näher zum Ausdruck kommt. Es handelt sich praktisch um eine Dauerverjüngungsform. Dies bedeutet, daß der Bestand, von geringfügigen Ausbesserungen abgesehen, sich stets von selbst verjüngt. Deshalb spricht man beim Plenterbetrieb im Gegensatz zur Umtriebszeit von einer Umlaufzeit. Darunter versteht man das mit dem Stammvolumen gewogene mittlere Erntealter.
Die Umlaufzeit soll, da als Ziel die Erzeugung von Starkholz angestrebt wird, 130 Jahre betragen. Dieses Ziel ist nach MITSCHERLICH (1952) bei bestimmten Stammstärkekombinationen unter Wahrung des Plentergleichgewichts möglich. Nach einem Vorschlag von PRODAN (1949) und KRENN (1948) wird zur kurzgefaßten Charakterisierung des Bestockungsaufbaus im Plenterwald eine dreistellige Bestandesgefügeziffer verwendet, die für Schwach-, Mittel- und Starkholz die Abweichung des prozentualen wirklichen vom prozentualen erstrebten Vorrats- bzw. Stammzahlanteil ausdrückt. Für den hier unterstellten Gleichgewichtszustand lautet die Bestandesgefügeziffer 2-2-2. Sie besagt, daß bei den Stämmen mit den Durchmessern 7-25 cm, 26-49 cm und über 50 cm BHD eine bestimmte und gleichmäßige Verteilung vorhanden ist, da sowohl das Schwachholz, als auch das Mittelholz und Starkholz mit einem "normalen" Anteil vertreten sind. Im Rahmen des Plentergleichgewichts wird Starkholz u.a. dann erzeugt, wenn sich das Stärkeklassenverhältnis aus 250 Schwachholz-, 155 Mittelholz- und 30 Starkholzstämmen zusammensetzt.

Allerdings handelt es sich dabei fast ausschließlich um die Baumarten Ta und Fi. Diese werden in einem auf möglichst hohe Massen- und Wertleistung ausgerichteten Plenterwald ohnehin den Hauptanteil stellen müssen, denn bei einem größeren Anteil starker, großkroniger Buchen wird die Plenterstruktur zerstört und sinkt der Wert des Gesamtzuwachses. Für das Plenterwaldmodell wurde ein Baumartenverhältnis von Ta 65 %, Fi 30 %, Bu 5 % unterstellt. Die dominierende Rolle der Ta rührt daher, daß sie in den mittleren bis höheren Schwarzwaldlagen gegenüber der Fi einen überlegenen Massenzuwachs hat und sich bei einem wesentlich niederen Ta-Anteil als 0,7 die Gefahr von Verjüngungsschwierigkeiten ergibt. Beispielbestände dieser Art in Schapbach, FA. Wolfach I und II (s. Anlage 2 und 3) weisen einen Vorrat um 400 Vfm_D m.R. auf. Für das Modell unterstellen wir diesen Wert (vgl. auch Abb. 3).
Während die Höhe des Massenzuwachses nach MITSCHERLICH (1952) innerhalb eines Vorratsrahmens von 200 bis 600 fm nur wenig variiert, ist der Wert des Zuwachses umso größer, je höher der Stark- und Mittelholzanteil ist. Der Massenzuwachs ist errechenbar, wenn die Stammzahlverteilung auf bestimmte Stärkestufen bekannt ist. Befindet sich der Plenterbestand im Gleichgewicht, dann entspricht außerdem der 1Gz dem dGz. Der laufende jährliche Zuwachs läßt sich dann einfach durch Multiplikation des dGz_s mit dem Massenanteil ermitteln. Bei den im Modell unterstellten Massenanteilen der Baumarten beträgt der gemeinsame 1Gz = 9,5 Vfm_D. Die Multiplikation dieses Wertes mit der Länge des Hiebsintervalls in Jahren ergibt die Höhe der periodischen Nutzungen. Die Aufteilung der Nutzungsmasse nach Baumarten und Sorten kann der Anlage 29

entnommen werden. Bei Vernachlässigung des Bu-Anteils und Zusammenfassung von jeweils zwei Stammklassen bei Ta und Fi läßt sich auch die Stammzahl des Aushiebes herleiten, die der Anzahl der nachrückenden Bäume entspricht:

	BHD	Stand N/ha z.B. 1969	1. Aushieb 1970	Verbleib	Nachrücken	
	<7 cm				32	
Schwachholz:	7-25 "	250	9	241		250
Mittelholz:	26-49 "	155	10	145	23	155
Starkholz:	>50 "	30	13	17	13	30
		435 (>7 cm)	32	403		435

Die notwendigen Schritte zur Erstellung des Modells und die benutzten Informationsquellen werden nachfolgend an Hand eines Flußdiagramms (Abb. 4) mit anschließendem Erläuterungstext aufgezeigt.

Anlage 2

Forstamt: Genossenschaftswald Wolfach II, Langenbach-Übelbach

Aufnahmedatum: 14.7.1969

Betr.-Bez./Abt.: Distrikt I, Abt.I, F_1

Beispielbestand

Erhebungsbogen für die Feststellung waldbaulicher Zielvorstellungen an Hand von Beispielbeständen

Betriebsform: Plenterbetrieb

Ziel: gleichbleibend während der ganzen Umlaufzeit (durchschnittl.130 Jahre)

Bestandesmerkmale

Natürl. Altersklasse: alle Altersstufen auf kleinster Fläche normal (gleichmäßig) vertreten

Aufbauform: plenterartig

Bestandesschluß/Schlußgrad: Vertikaler Bestandesschluß (manchmal nicht so ausgeprägt)

Baumarten (Hauptholzarten) Ta 85, Fi 15 (Bu, Ah)

und Holzartenanteil:

Mischungsform: stammw., in der Jugend truppw. (bei der Ta nicht so ausgeprägt: Vorwuchs)

Mischungsart: Horizontalmischung im Ober-, Zwischen- u.Unterstand, Vertikalmischung zwischen den Schichten (Plentergefüge)

Unterstand (Unterwuchs)

Baumarten: Fi, Ta

Verteilung (% d.Fläche): ca. 40

Pflegezustand/Schäden: Gelegentl. Fällungs- u. Rotfäuleschaden

Im allgemeinen geschlossenes, durch Unterstand und Jungwuchs stufiges, plenterartiges Altholz

Forsteinrichtungsdaten (Stand: 1.10.1965)

Alter (ggf.wi) für den Oberstand: $\frac{100 - 180}{130}$ j. (Alterskl. VII)

Bonität (Ertragsklasse): $dG_{\varnothing}$ 100 = Ta 10, Fi 9

Stärkeklasse (bzw. BHD): I - VI (VI überwiegt)

Kronenlänge: 1/3 des Stammes

Vorrat: 390 Vfm Dh

Bestockungsgrad:

Bestandesgefügeziffer: 2-2-2

Erläuterung: 0 = nicht vorhanden

1 = unter normal vertreten

2 = normal vertreten

3 = über normal vertreten

Anlage 3

Genossenschaftswald
Forstamt: Wolfach II, Langenbach-Übelbach

Betr.-Bez.: Distrikt I, Abt.I, F_1

Geplante Maßnahmen:

Plenterhieb mit 80 Vfm Dh (Hiebseingriff: in der Regel alle 5 - 8 Jahre) einzelstammw.Nutzung, in Mittelstand: Pflegeeingriff

Schirmdruckästung: 260 Stck/ha

Ggf. Umsetzen von Wildlingen

Standortsverhältnisse:

Temperatur: Jahresmittel: + 6,9° C
Mittel i.d. Vegetationsperiode: + 13,6° C
Mittlere Extreme: im Winter: - 16° C
im Sommer: + 28° C

Niederschlag: Jahresmittel: 1950 mm
Mittel der Vegetationsperiode: 600 mm

Hauptsturmrichtung: W - SW

Lage: schwach - mäßig geneigt, meist nach O-S exponiert

Meereshöhe: 650 - 816 m / 750 (mittlere Lagen, zum geringen Teil: Hochlagen)

Grundgestein: Mittlerer Buntsandstein u. Hauptkonglomerat

Boden: schwach humoser, meist tiefgründig verwitterter, schwach lehmiger Sand, Blocküberlagerung ist häufig

Anlage 4

Lfd. Nr.: 1; Stelle: Modell

Betriebsform: Plenterbetrieb Ziel: Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Alterskl., Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

Ta - Fi - (Bu-) Plenterwald

Im Gleichgewicht befindlicher, geschlossener, durch truppw. Jungwuchs u. stammw. Mittelstand stufiger Plenterbestand aus Ta und Fi mit meist unterständiger Bu. Starkholzziel. Nadelholzstämme geastet. Gelegentlicher Fällungs- u. Rotfäuleschaden.

Bestandesgefügeziffer: 2-2-2

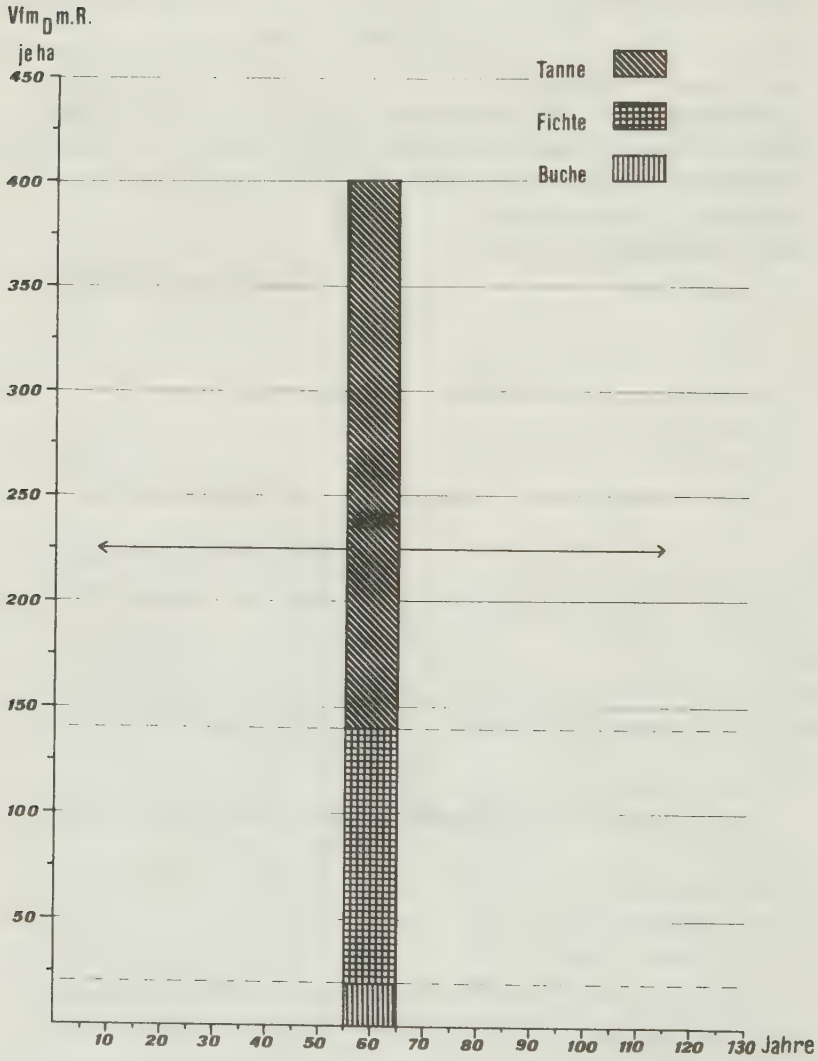
Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm	Holzvorrat Vfm m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
2			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	130			Ta		10	6,5*)	1300	260		65			
				Fi		9	2,7	600	120	36	30			
				Bu		5	0,3	100	20		5			
						m. II	9,5	2000	400					

*) Zuwachs je Baumartenanteil

Abb.3

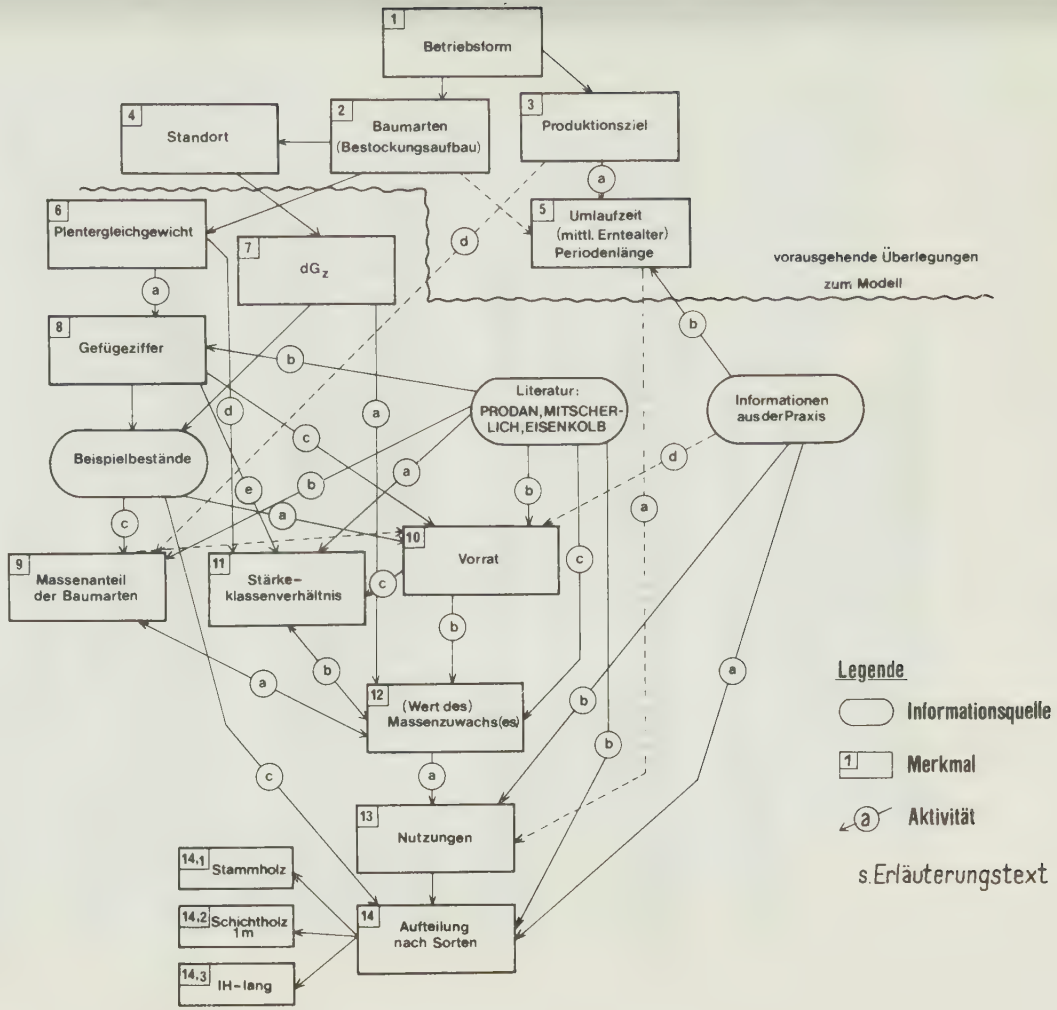
Vorrat beim Plenterbetrieb



Vorrat gleichbleibend: Plenterbestand im Gleichgewicht

Abb.4

Herleitungsschema der Bestandesdaten beim Plenterbetrieb



Erläuterungen zum Herleitungsschema der Bestandesdaten beim Plenterbetrieb

1. Betriebsform
   Auswahl auf Grund der gegebenen Zielsetzung

2. Baumarten (Bestockungsaufbau)
   Zwingende Wahl von Ta, Fi, Bu als Voraussetzung für den Plenterbetrieb

3. Produktionsziel
   Starkholzerzeugung aus wirtschaftlichen Erwägungen

4. Standort
   Auswahl derart, daß die klimatischen und standörtlichen Ansprüche der o.a. Baumarten erfüllt sind sowie gleiche Vitalität derselben gegeben ist (Pflanzensoziologische Charakterisierung: Übergangszone zwischen Nadel- und Bu-Wälder)

5. Umlaufzeit (mittl. Erntealter) / Periodenlänge
   (a) Überlegungen über die erforderliche Zeit zur Erzeugung von Starkholz
   (b) Angaben der Praxis

---

6. Plentergleichgewicht
   Festlegung unter Berücksichtigung des Bestockungsaufbaus

7. dGz
   Ermittlung der durchschnittlichen Ertragsklasse der o.a. Baumarten auf dem unterstellten Standort (Westl. Schwarzwald in ca. 800 m Höhe)

8. Gefügeziffer
   (a) Festlegung auf Grund des Plentergleichgewichtes
   (b) Literaturangaben: PRODAN (1949), KRENN (1948), EISENKOLB (1963)

9. Massenanteil der Baumarten
   (a) Berücksichtigung von Höhe und Wert des Massenzuwachses
   (b) Literaturangaben: MITSCHERLICH (1952)
   (c) Heranziehung von Beispielbeständen
   (d) Überlegungen bezügl. der günstigsten Anteile für Nat.Verj. und Starkholzerzeugung

10. Vorrat
   (a) Berücksichtigung von Beispielbeständen
   (b) Literaturangaben: MITSCHERLICH (1952), PRODAN in den Hilfstafeln zur Forsteinrichtung, ASSMANN (1961), EISENKOLB (1963)
   (c) Beachtung der Gefügeziffer: EISENKOLB (1963)
   (d) Angaben der Praxis

11. Stärkeklassenverhältnis (jeweils bei Ta und Fi)
   (a) Literatur: MITSCHERLICH (1952), Abb. 21, 22 und 27
   (b) Orientierung am Wert des Massenzuwachses
   (c) Beachtung der Vorratshöhe
   (d) Berücksichtigung des Plentergleichgewichtes
   (e) Abstimmung mit der entsprechenden Gefügeziffer

12. Massenzuwachs
   (a) Multiplikation des dGz mit dem Massenanteil (beim Plentergleichgewicht: dGz = lGz)

(b) Berücksichtigung des Vorrates und Stärkeklassenverhältnisses
(c) Literatur: MITSCHERLICH (1952), Tab. 27, Korrektur nach Tab. 30

13. Nutzungen
(a) Multiplikation des jährlichen Massenzuwachses mit der Periodenlänge (entsprechende Aufrundung des Nutzungssatzes)
(b) Vergleich mit den Angaben der Praxis

14. Sortenaufteilung
(a) Angaben der Praxis
(b) Literatur: MITSCHERLICH (1952), Tab. 34 und Abb. 23/24
(c) Heranziehung von Beispielbeständen

14.1 - 14.3 Sortenbildung
Entscheidung zugunsten weniger, aber zeitgemäßer Sortimente (Stammh., Schichtrundholz 1 m, JH - lang)

4.2 Kahlschlagbetrieb

Das Kahlschlagmodell soll eine Alternative zum Plenter-, Femelschlag- und Zonenschirmschlagbetrieb sein, deren Bestockungsaufbau überwiegend durch natürliche Verjüngung von Fi-Ta-Bu-Mischbeständen entsteht. Beim Kahlschlagbetrieb ist eine derartige Ausgangsbestockung nicht gegeben. Es wird jedoch angenommen, daß ein Vorbestand vorhanden ist, der zwar auf einen Schlag zum Abtrieb kommt und Schlagräumungskosten verursacht, sich aber nicht für die Naturverjüngung von Ta, Fi und Bu eignet. Wegen der Vergleichbarkeit mit den anderen Betriebsformen soll von dieser Baumartenkombination jedoch nicht abgewichen werden. Daher ist beim Kahlschlagmodell die künstliche Begründung eines Fi-Ta-Bu-Mischbestandes vorgesehen, mit einem Anfangsanteil der Ta von 30 %, Fi 50 % und Bu 20 %. Da die Fi die Hauptlast der Vornutzungen trägt, wird angenommen, daß ihr Anteil im Laufe der Umtriebszeit konstant bleibt. Bei der Ta wird dagegen eine Zunahme auf 35 % bis zum Alter 130 unterstellt. Das entspricht dem anfangs zwar langsameren, später aber schnelleren Wuchsrhythmus der Ta und wird durch die Erfahrung in Fi-Ta-Bu-Mischbeständen bestätigt. Durch die Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Nadelholz ist der Anteil der Bu bereits festgelegt. Er sinkt bis zum Ende der Umtriebszeit auf 15 % ab (siehe Abb. 5).
Aus den nachfolgenden Bestandesbeschreibungen und -daten (Anlage 5) kann das Baumartenmischungsverhältnis bei den einzelnen Teilzielen des Kahlschlagmodells entnommen werden. An Hand dieser Baumartenanteile und des vorgegebenen dGz_{100} wurde auf Grund von Beispielbeständen und anderen Quellen die Höhe des Vorrates bei den einzelnen

Teilzielen festgelegt (s. Abb. 6). Die Relation zum Ertragstafelvorrat wird durch den in den Bestandesbeschreibungen angegebenen Bestockungsgrad gekennzeichnet. Über das Bestandeswachstum gibt der dort ebenfalls aufgeführte lGz Auskunft.
Die zwischen den Teilzielen in den verschiedenen Perioden stattfindenden Nutzungen sind aus der Anlage 1 zu ersehen. Sie werden hier nach Hieben getrennt aufgeführt.
Es ergeben sich folgende Sätze für die Vor- und Endnutzung:

Periode 3/4 (Alter 35-55) = 20 Vfm (1.Hieb)+ 40 Vfm (2.Hieb)=
60 Vfm_D insgesamt
" 4/5 (Alter 55-90) = 70 Vfm (")+ 85 Vfm (2.Hieb)=
155 Vfm_D insgesamt
" 5/6 (Alter 90-130)= 80 Vfm (jeweils bei 3 Hieben) =
240 Vfm_D insgesamt
Abtrieb (Alter 130) =640 Vfm (1 Hieb)
640 Vfm_D

Die Aufteilung dieser Hiebsmassen auf Baumarten und Sorten kann aus Abb. 7-9 und Abschnitt 4.5 ersehen werden.
Über die Arbeitsschritte und Informationsquellen bei der Modellerstellung geben das nachfolgende Flußdiagramm (Abb. 10) und der erläuternde Text Auskunft. Das Ablaufschema gilt sinngemäß auch für die beiden anderen Betriebsformen beim schlagweisen Hochwald.

Anlage 5

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Kahlschlagbetrieb Ziel: 1 u. 2 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Alterskl., Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

1.Teilziel: Fi- Ta- Bu-Kultur

Gesicherte, ± gleichaltrige Kultur aus ca. sechs bis acht 2-3 ar großen, im Verband 0,50 x 0,50 m begründeten Bu-Gruppen und im Verband 2 x 1,50 m gepflanzten Fi- und Ta-Reihen, wobei 7 Fi-Reihen mit 3 Ta-Reihen abwechseln; Ausfälle bereits nachgebessert.

2.Teilziel: Fi- Ta- Bu-Dickung

Aus Pflanzung hervorgegangene, ± gleichaltrige, geschlossene, kaum stufige Dickung aus Fi- und Ta-Reihen sowie gruppenw. vorkommender Bu.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm_D	Holzvorrat Vfm_D m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm_D m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					1. Teilziel									
5	130		I =	Ta	1,50	10						30		
			5/10j	Fi	2,50	9						50		
				Bu	1,00	5						20		
					5,00*)	rel. II								
					2. Teilziel									
5	130		I/II=	Ta	1,52	10						30,5	)	
			10/20j	Fi	2,50	9						50,0	) 4 geschätz	
				Bu	0,98	5						19,5	)	
					5,00*)	rel. II								

*) Aufgeteilt nach dem Flächenanteil

Anlage 5

Lfd. Nr.: Jahr:

Betriebsform: Kahlschlagbetrieb Ziel: 3 u. 4 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Alterskl., Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand; ggf. Schäden

3.Teilziel: Angehendes Fi- Ta- Bu-Stangenholz

Angehendes, ± gleichaltriges und einschichtiges, geschlossenes Stangenholz aus reihenw. gemischter Fi und Ta sowie gruppenw. vorhandener Bu.

4.Teilziel: Angehendes Fi- Ta- Bu-Baumholz

Angehendes, einschichtiges, ortsweise jedoch etwas stufiges, noch geschlossenes Baumholz aus ehemals reihenw., jetzt aber stammw. vorhandener Ta, truppw. auftretender Fi und trupp - gruppenw. vorkommender Bu, Ta und Fi z.T. geastet.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm/a	Holzvorrat Vfm/ha m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm/ha m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				3.Teilziel										
5	130	1,0	II =	Ta	1,56	10	-	70	14)		20	31)		
			35 j	Fi	2,50	9	-	255	51)	37	72	50)	8	geschätzt
				Bu	0,94	5	-	25	5)		8	19)		
					5,00	mel.II	9	350	70					
				4.Teilziel										
5	130	0,9	III =	Ta	1,60	10	-	290	58)		29	32	15)	geschätzt
			55j	Fi	2,50	9	-	620	124)	42	62	50	17)	
				Bu	0,90	5	-	90	18)		9	18	15)	
					5,00	mel.II	10	1000	200					

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Kahlschlagbetrieb Ziel: 5 u. 6 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

5.Teilziel: Fi- Ta- Bu-Baumholz

Angehendes, ± einschichtiges, teilweise gering bekrontes, daher langschäftig wirkendes, normal-licht geschlossenes Altholz aus stammw. auftretender Ta sowie einz.-truppw. vorkommender Fi und Bu. Ta und Fi z.T. geastet. Wenige, kleine Schneebruchlücken.

6.Teilziel: Fi- Ta- Bu-Altholz

Zur Räumung vorgesehenes, ± einschichtiges, z.T. gering bekrontes, deshalb langschäftig wirkendes, licht geschlossenes, da örtlich schon etwas lückiges Altholz aus stammw. auftretender Ta sowie einz. - truppw. vorkommender, teilw. etwas rotfauler Fi und meist einz.- mitunter auch truppw. vorhandener Bu. Ta und Fi z.T. geastet. Ortsweise Fällungsschäden.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm$_D$	Holzvorrat Vfm$_D$ m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm$_D$ m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				5.Teilziel										
5	130	1,0	V =	Ta	1,67	10	-	780	156	)	35	33	22	45
			90 j	Fi	2,50	9	-	1225	245	) 45	55	50	24	45
				Bu	0,83	5	-	225	45	)	10	17	21	40
					5,00	æl.II	12,8	2230	446				geschätzt	
				6.Teilziel										
5	130	0,9	VII =	Ta	1,75	10	-	1280	256	)	40	35	30	60
			130 j	Fi	2,50	9	-	1600	320	) 46	50	50	32	55
				Bu	0,75	5	-	320	64	)	10	15	27	50
					5,00	æl.II	9	3200	640				geschätzt	

Abb.5

Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Kahlschlagbetrieb

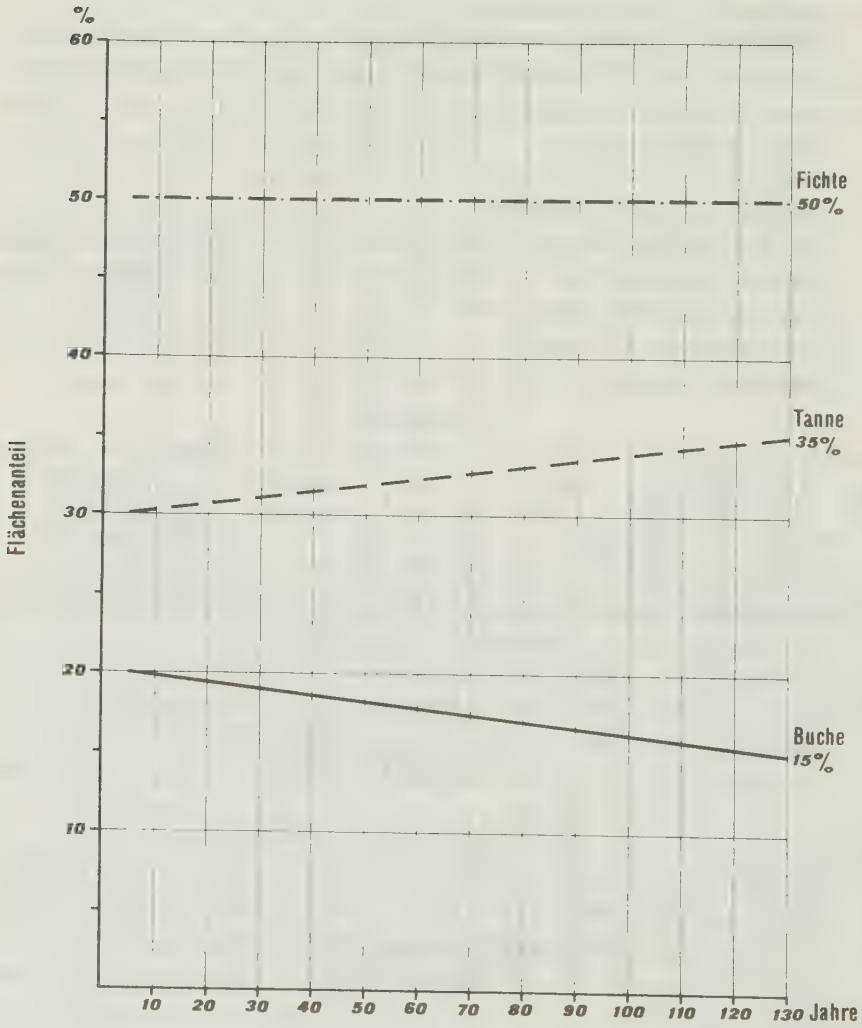


Abb.6

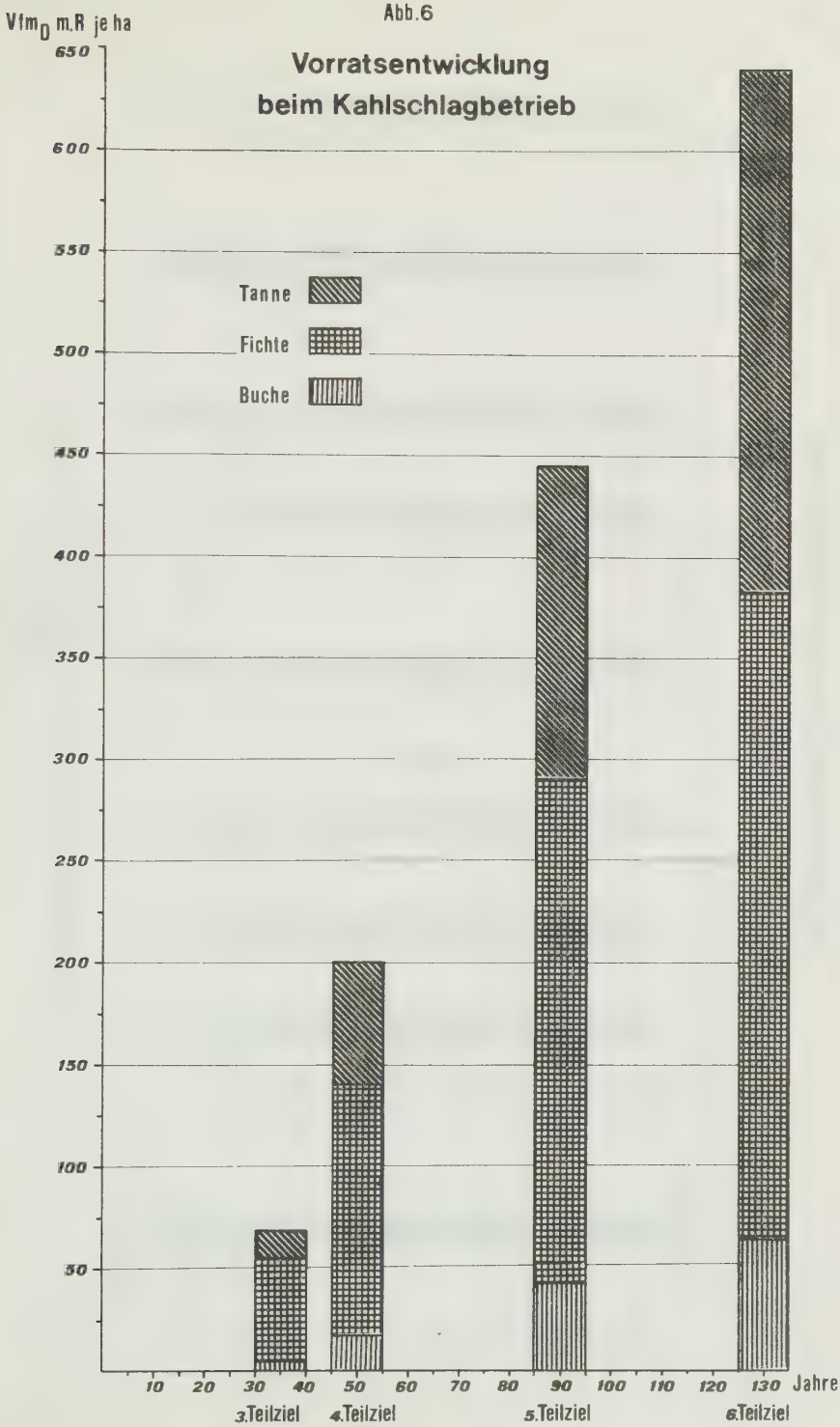

Vfm$_D$ m.R je ha
Vorratsentwicklung
beim Kahlschlagbetrieb
Tanne
Fichte
Buche
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
Jahre
3.Teilziel
4.Teilziel
5.Teilziel
6.Teilziel

Abb.7

Prozentanteil der Baumarten am Einschlag

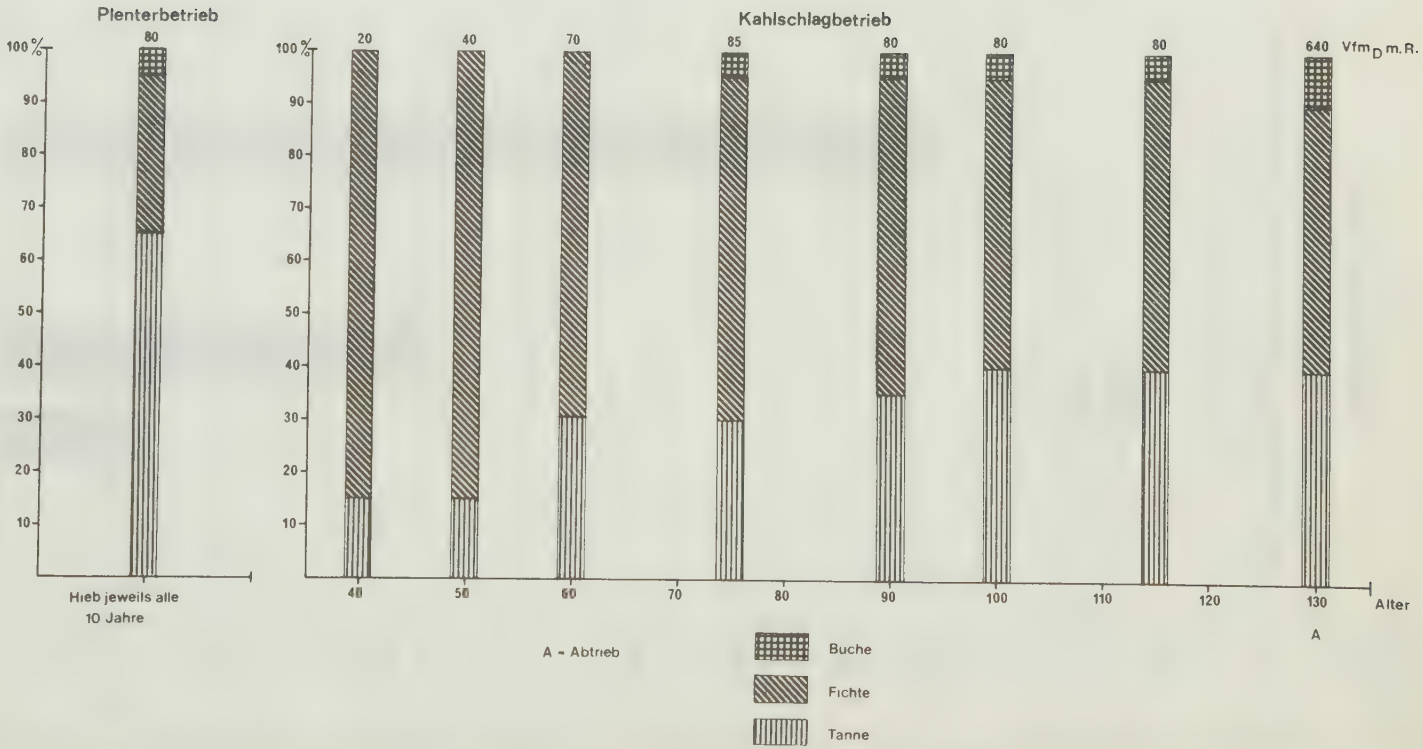


Abb.8

Prozentualer Sortenanteil am Ta-u. Fi Einschlag

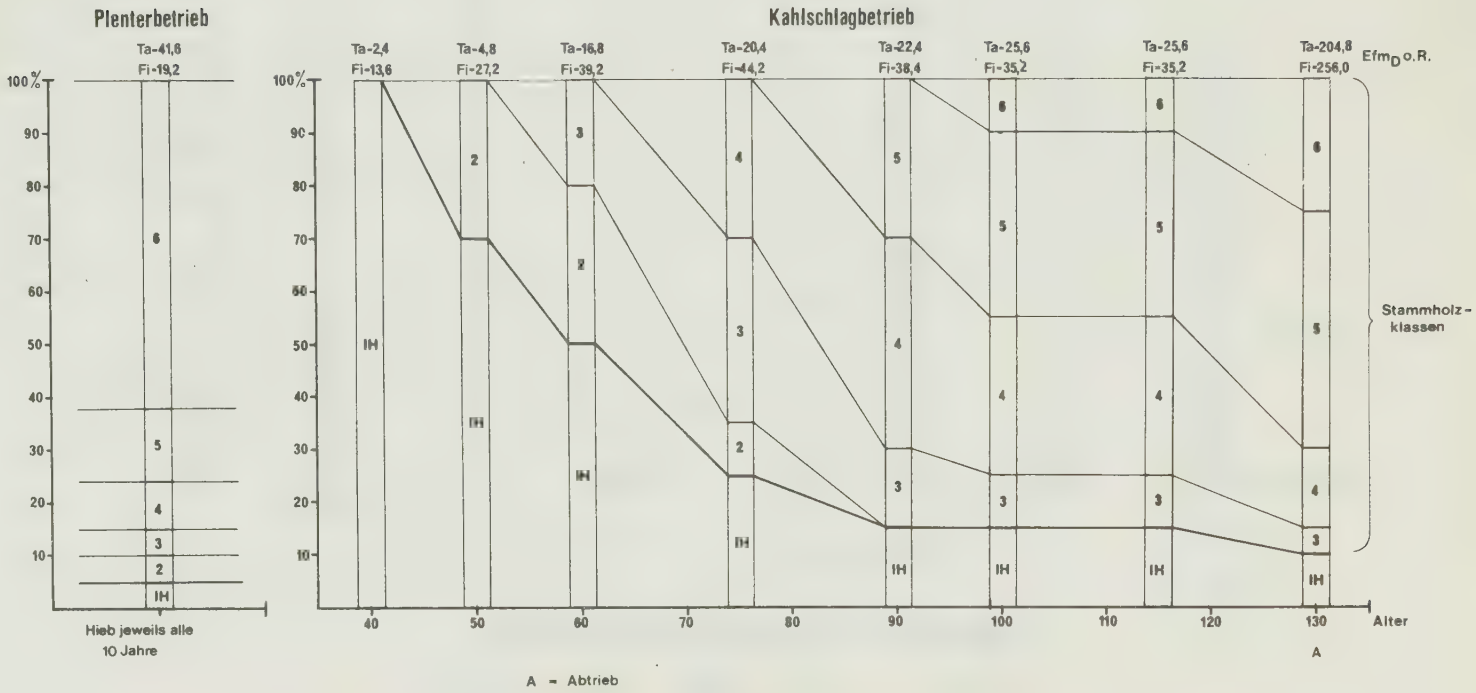
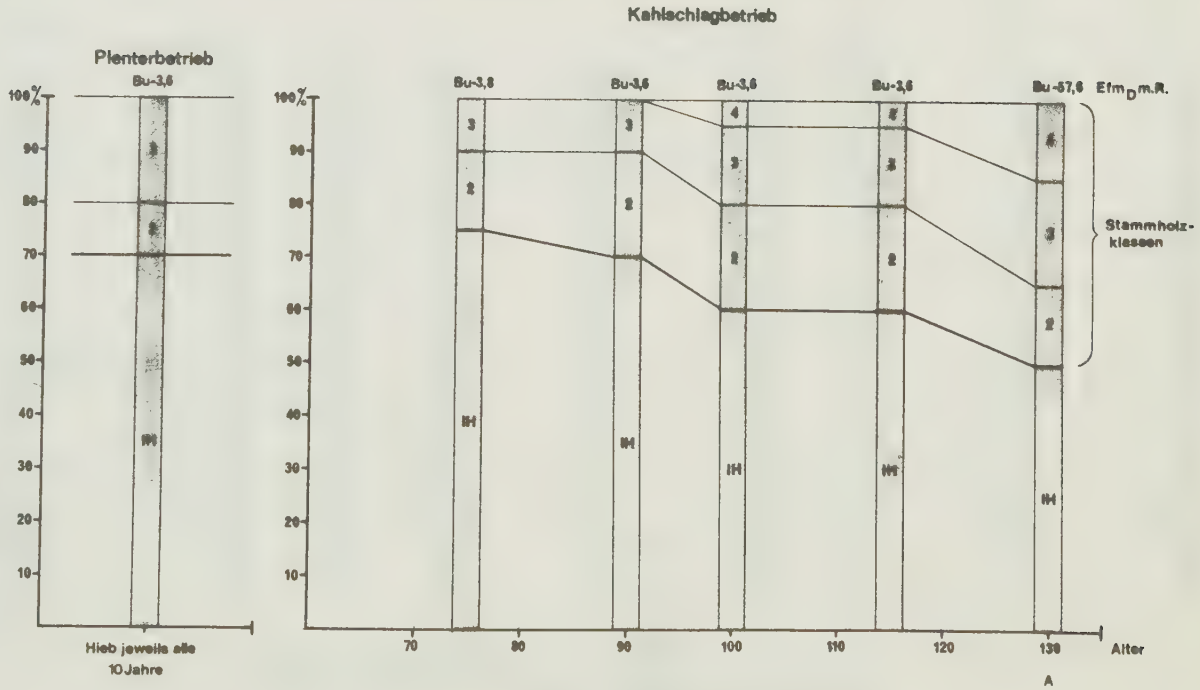


Abb. 9

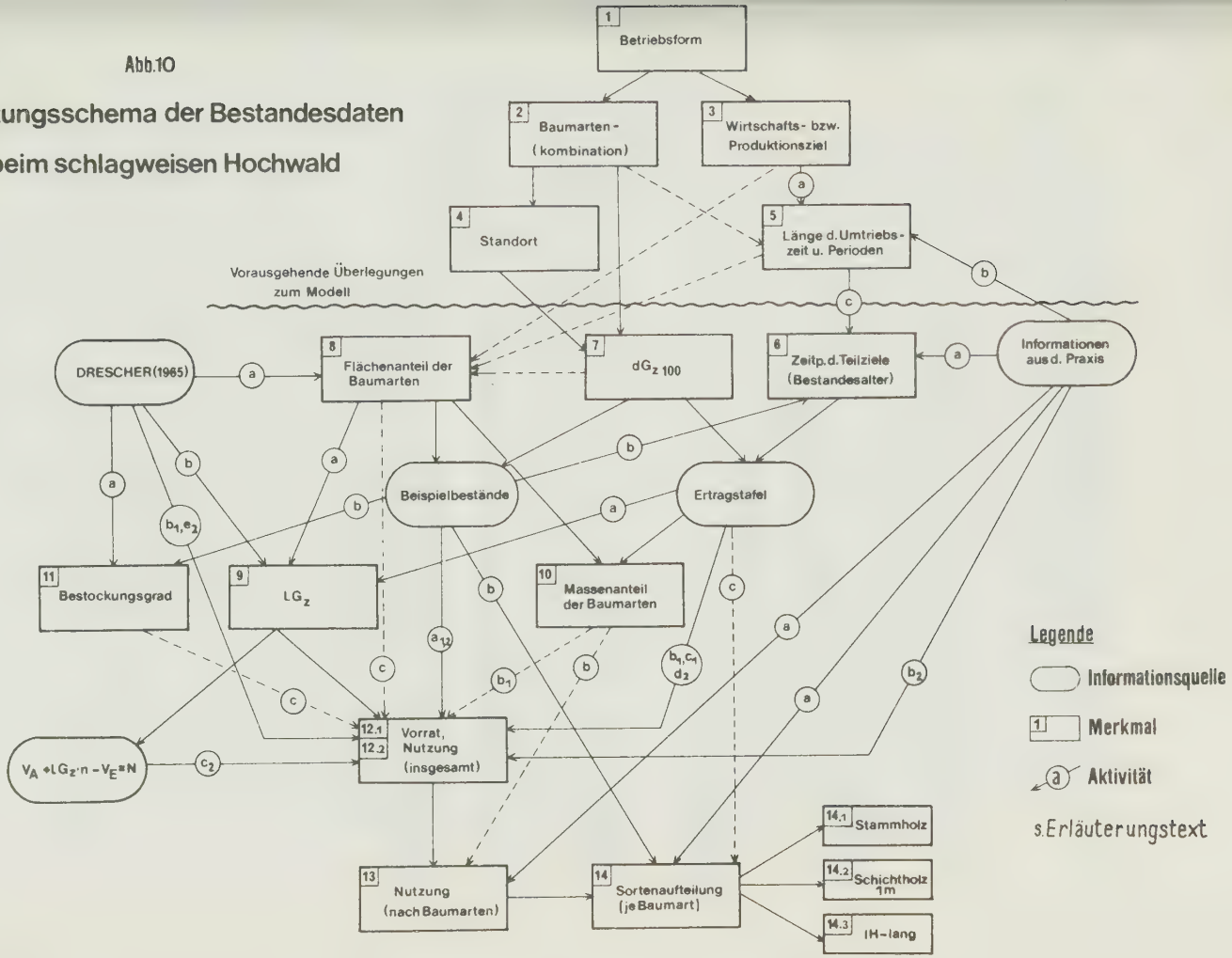
Prozentualer Sortenanteil am Bu-Einschlag



A - Abtrieb

Abb.10

Herleitungsschema der Bestandesdaten beim schlagweisen Hochwald



Erläuterung zum Herleitungsschema der Bestandesdaten beim schlagweisen Hochwald

1. Betriebsform
   Auswahl auf Grund der gegebenen Zielsetzung

2. Baumarten
   Unterstellung der Kombination Fi, Ta, Bu wegen der Möglichkeit, verschiedene Betriebsformen durchzuführen

3. Wirtschafts- bzw. Produktionsziel
   Festlegung im Hinblick auf die ökonomische Funktion des Waldes

4. Standort
   Auswahl auf Grund angemessener Erfüllung der klimatischen und standörtlichen Ansprüche sowie gleicher Vitalität der o.g. Baumarten (Pflanzensoziologische Charakterisierung: Übergangszone zwischen Nadel- und Bu-Wälder)

5. Länge der Umtriebszeit und Perioden
   (a) Theoretische Überlegungen über die erforderliche Zeit zur Erzeugung von 5. und 6. Kl. Stammholz
   (b) Auskunft der Praxis
   Literaturangaben: HUBER (1966), BACHMANN (1968) u.a.

---

6. Zeitpunkt der Teilziele (Bestandsalter)
   (a) Definition der Teilziele im Anhalt an Informationen aus der Praxis
   (b) Heranziehung von Beispielbeständen
   (c) Ausgleich bzw. Abstimmung mit der Länge der vorausgehenden und nachfolgenden Periode sowie des Verjüngungs- und Räumungszeitraumes (ggf. Verschiebung des Zeitpunktes)
   Literaturangaben: BAUER (1962) - HOCKENJOS (1968) - BACHMANN (1968)
   Abstimmung mit den entsprechenden Teilzielen bei anderen Betriebsformen

7. dGz_{100}
   Ermittlung der durchschnittlichen Ertragsklasse der o.a. Baumarten auf dem unterstellten Standort (Westl. Schwarzwald in ca. 800 m Höhe)

8. Flächenanteile der Baumarten bei Begründung und während der Umtriebszeit
   (a) Literatur: BAUER (1962) - HOCKENJOS (1968) - EISENKOLB (1963) - DRESCHER (1965; Abb. 1 und 2 Entwicklung der Baumartenanteile, Abb. 9 und 10 Baumartenanteile im Folgebestand in Abhängigkeit vom Vorbestand)
   Erwägungen über die Auswirkung der Länge des Verjüngungszeitraumes auf den Anfangs-Flächenanteil der Baumarten und der Umtriebszeit auf die weitere Entwicklung des Mischungsverhältnisses.
   Überlegungen über den Einfluß des Wirtschafts- bzw. Produktionszieles auf die Flächenanteile.
   Beachtung der Flächenanteile bei anderen Betriebsformen.

9. <u>lGz</u>

(a) Rechnerische Herleitung: Ablesung aus der Ertragstafel an Hand von Alter und dGz_{100} für die Mitte der nächsten 5 Jahre (ggf. Extrapolation). Multiplikation mit dem Flächenanteil und Addition der anteiligen Zuwachswerte.

(b) Korrektur nach DRESCHER (1965), Abb. 31 (beim Kahlschlagbetrieb: Mittelbildung zwischen Mischbeständen und Bu-armen Beständen, beim Zonenschirmschlag: Mittelbildung zwischen Mischbeständen und Bu-reichen Mischbeständen)
Orientierung am lGz der anderen Betriebsformen.

10. <u>Massenanteile der Baumarten</u>

Rechnerische Ermittlung: Entnahme des Vorrats an Hand von Alter und dGz_{100} aus der Ertragstafel. Multiplikation mit dem Flächenanteil und Addition der Vorratsanteile. Feststellung des relativen Anteils der Einzelwerte an der Vorratssumme.

11. <u>Bestockungsgrad</u>

(a) Nach DRESCHER (1965), Abb. 12, 13 und 14: Mittelbildung zwischen dem Wert aus Versuchsflächen und aus der Bestandesgeschichte (außerdem beim Kahlschlagbetrieb: Durchschnittsbildung zwischen Mischbeständen und Bu-armen Beständen, beim Zonenschirmschlag zwischen Mischbeständen und Bu-reichen Mischbeständen)

(b) Vergleich mit dem Bestockungsgrad in gekluppten Beispielbeständen und den Anmerkungen im Einrichtungswerk über den Schlußgrad
Information aus der Praxis: Danach ist der Bestockungsgrad im Kahlschlagbetrieb etwa um 0,2 geringer als im Femelschlagbetrieb
Beachtung des Bestockungsgrades der anderen Betriebsformen

11.1 Vorrat

(a_1) Heranziehung des Vorrates von Beispielbeständen

(b_1) Unterstellung der Mischbestandskurve, Abb. 11, DRESCHER (1965) für alle Betriebsformen (beim Kahlschlagbetrieb geradlinige Extrapolation vom Alter 110 auf 130). Umrechnung von $Vfm_{Baumh.}$ auf $Vfm_{Derbh.}$. Dazu Entnahme (und ggf. Extrapolation) der Reisholzzuschlagsprozente zum Derbh. m.R. an Hand von Alter und dGz_{100} aus den "Bad.-Württembergischen Hilfstabellen für die Forsteinrichtung", Teil I. Multiplikation mit dem Massenanteil der Baumarten und Addition, ergibt: Reisholzzuschlagsprozent für den ganzen Bestand.

(c_1) Vergleich mit dem an Hand von Alter und dGz_{100} festgestellten Ertragstafelvorrat (beim Kahlschlagbetrieb und Zonenschirmschlag). Multiplikation mit dem Bestockungsgrad und den Flächenanteilen der Baumarten. Addition der anteiligen Massen.
Bei etwa gleicher Lage der Teilziele: Übernahme des Vorrates und der Reisholzzuschlagsprozente von anderen Betriebsformen. Multiplikation mit den entsprechenden Massenanteilen. Umrechnung an Hand der addierten Werte.

11.2 Nutzung (insgesamt)

(a_2) Vergleich mit den geplanten Hiebsmassen in Beispielbeständen ($N_{Beisp.}$)

(b_2) Angaben der Praxis

(c_2) Abstimmung von Vorrat und Nutzung an Hand der Formel:

$$V_A + lGz \cdot n - V_E = N_{Rechn.}$$

(d_2) Vergleich mit den Nutzungen aus der Ertragstafel für das nächste Jahrzehnt. Multiplikation mit dem Flächenanteil der Periodenmitte.

(e_2) Im Anhalt an DRESCHER (1965), Abb. 17, 18, 20 und 22 - 24 (beim Kahlschlagbetrieb: Mittelbildung zwischen Mischbeständen und Fi-Beständen, beim Zonenschirmschlag: Mittelbildung zwischen Mischbeständen und Bu-reichen Mischbeständen, bei den Zufälligen Ergebnissen: Verwendung der Werte für Mischbestände). Vornutzungskontrolle durch Abzug der Zufälligen Ergebnisse von der Gesamtnutzung. Unterstellung des Nutzungsanfalls in Periodenmitte. Massenmäßige Aufteilung wie beim Vorrat. Notwendige Umrechnung von $Efm_{Baumh.}$ in $Efm_{Derbh.\ o.R.}$. Dazu Durchschnittsbildung der Reisholzzuschlagsprozente bei den die Periode begrenzenden Teilzielen. An Hand des gebildeten Mittelwertes Entnahme des Zuschlagsprozentes für Reisholz + Rinde (aus Tab. 13, S. 140 der Bad.-Württemb. Hilfstabellen); bei Bu nicht nötig, verbleibt in Rinde.
Annahme, daß 5 % des Schadholzes auf die Bu entfallen. Aufteilung der übrigen 95 % auf Ta und Fi entsprechend dem Massenanteil in Periodenmitte. Ermittlung des durchschnittlichen Reisholzzuschlagsprozentes und des Zuschlagsprozentes für Reisholz + Rinde für die Periode. Anschließend Umrechnung.

12. Nutzung (prozentual aufgeteilt nach Baumarten)
    (a) Angaben der Praxis (stärkere Heranziehung der Fi, Schonung der Ta, geringe Entnahme der Bu)
    (b) Orientierung am Vorrats- bzw. Massenanteil

13. Sortenaufteilung (prozentual je Baumart)
    (a) Angaben der Praxis
    (b) Ergebnisse von Schlägen in Beispielbeständen (und solchen mit gleichen Sortimenten)
    (c) Vergleich mit der Bestandessortentafel in den "Bad.-Württemb. Hilfstabellen". Graphischer Auftrag und Ausgleich

13.1 - 13.3 Sortenbildung
Entscheidung zugunsten weniger, aber zeitgemäßer Sortimente (Stammh., Schichtrundholz 1 m, JH - lang).

4.3 Femelschlagbetrieb

Der Femelschlagbetrieb stellt eine langfristige Naturverjüngungsform dar, bei der ein mehr oder weniger stufiger Mischbestand von Fi-Ta-Bu etwa ab Alter 115 verjüngt wird. Im Gegensatz zum Kahlschlagbetrieb weisen die Baumarten eine größere Variation in den Stärkeklassen auf. Von den Baumartenanteilen der Ausgangsbestockung und der Hiebsführung während des ca. 35 Jahre dauernden Verjüngungszeitraumes hängt im wesentlichen das zu Beginn der Umtriebszeit herrschende Mischungsverhältnis der Baumarten ab. Als Verjüngungsziel werden folgende Anteile unterstellt: Fi 35 %, Ta 30 %, Bu 35 %. Damit haben Fi und Bu zunächst einen gleichhohen Anteil, der jedoch bei der Fi bis zum Alter 130 auf 50 % steigt, während er bei der Bu auf 15 % sinkt. Die Entwicklung des Ta-Anteils ist damit ebenfalls festgelegt, nämlich ein Anstieg von 30 auf 35 %. In Abb. 11 ist die Entwicklung der Baumartenanteile graphisch dargestellt.

Wesentlich für die Wahl des Mischungsverhältnisses waren die Feststellungen von DRESCHER (1965), wonach der ertragsgeschichtliche Zuwachs bei Bu-Anteilen von 0 - 35 % konstant bleibt und die im Vergleich zur Ertragstafel höchstmögliche Leistung bei mittleren Bu-Anteilen von ca. 10 - 40 % erreicht wird.
Die Ermittlung des Vorrates und anderer wesentlicher Bestandesdaten ist im Kapitel 3.5 ausführlich dargestellt. Der Vorrat ist in Abb. 12 graphisch aufgetragen und im Anhang detaillierter aufgeführt. Die zusammengefaßten Werte sowie jene für den Bestockungsgrad und den lGz lauten:

	Vorrat	B^o	lGz
im Alter	45 = 117 Vfm_D m.R./ha	1,15	9,5
" "	60 = 238 " " " /"	1,1	11,4
" "	85 = 417 " " " /"	1,1	12,3
" "	115 = 567~570 " " /"	1,1	10,0

Auffallend ist der im Vergleich zum Kahlschlagbetrieb höhere Bestockungsgrad und lGz. Die Nutzungen in den zwischen den Teilzielen liegenden Perioden sind jedoch geringer.
Sie betragen:
Periode 3/4 (Alter 45- 60) = 40 Vfm_D m.R.
" 4/5 (" 60- 85) = 50 Vfm(1.Hieb) + 70 Vfm(2.Hieb) = 120 Vfm_D insgesamt
" 5/6 (" 85-115) = 90 " (1.Hieb) +100 Vfm(2.Hieb) = 190 Vfm_D insgesamt
Die Aufteilung der Hiebsmassen auf Baumarten und Sorten ist aus Kapitel 4.5 und Abb. 13-15 ersichtlich. Die Nutzungs-Vorratsentwicklung bis zum 6. Teilziel kann dem Rechenbeispiel im Anhang entnommen werden. Die weitere Entwicklung während der Endnutzung kommt in der Verjüngungsgangzahl zum Ausdruck. Sie besagt, welcher Prozentsatz des Vorrats in den einzelnen Jahrzehnten eingeschlagen wird. Nach Auskunft der Forstdirektion Südbaden kann für den Femelschlagbetrieb folgendes Verhältnis gelten: 3- 3 - 4; d.h. im 1. Jahrzehnt nach Einleitung der Verjüngung werden 30 % der Masse entnommen,im 2. Jahrzehnt wiederum 30 % und im darauffolgenden Zeitraum der Rest, also 40 %. Sind außerdem Anzahl oder Stärke der einzelnen Verjüngungshiebe bekannt, so kann man den Verjüngungsablauf auch zeitlich festlegen. Er ist

Abb.11

Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Femelschlagbetrieb

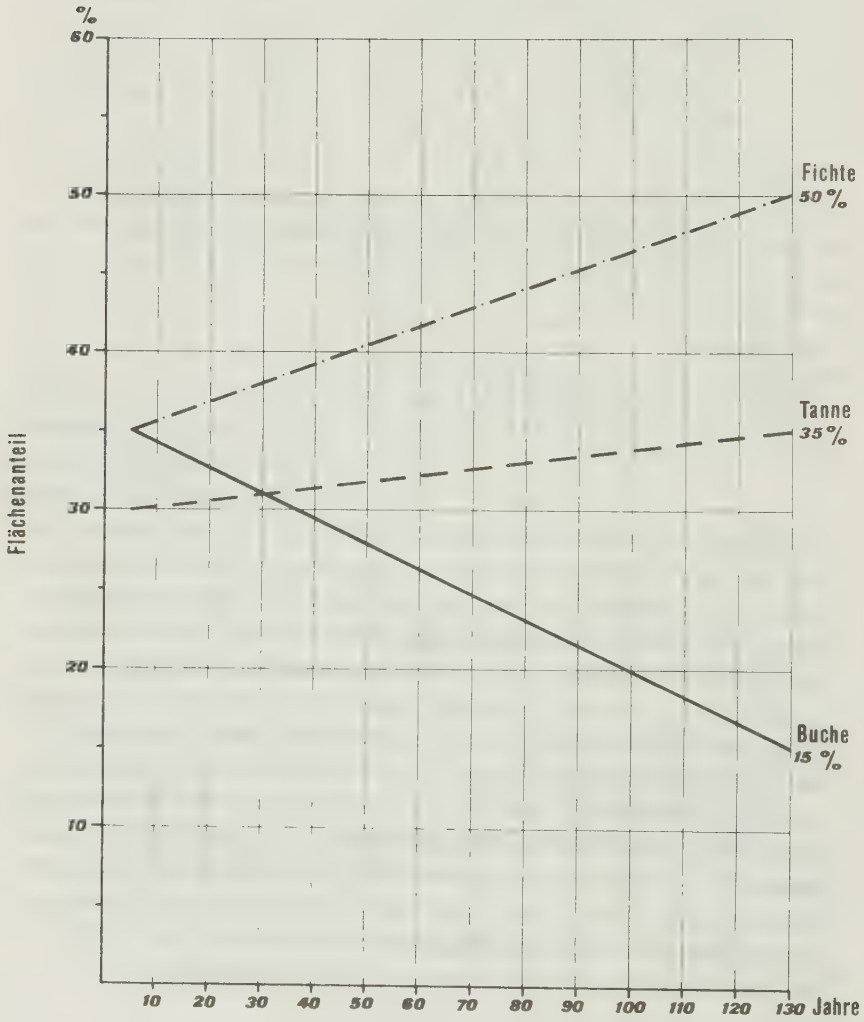


Abb.12

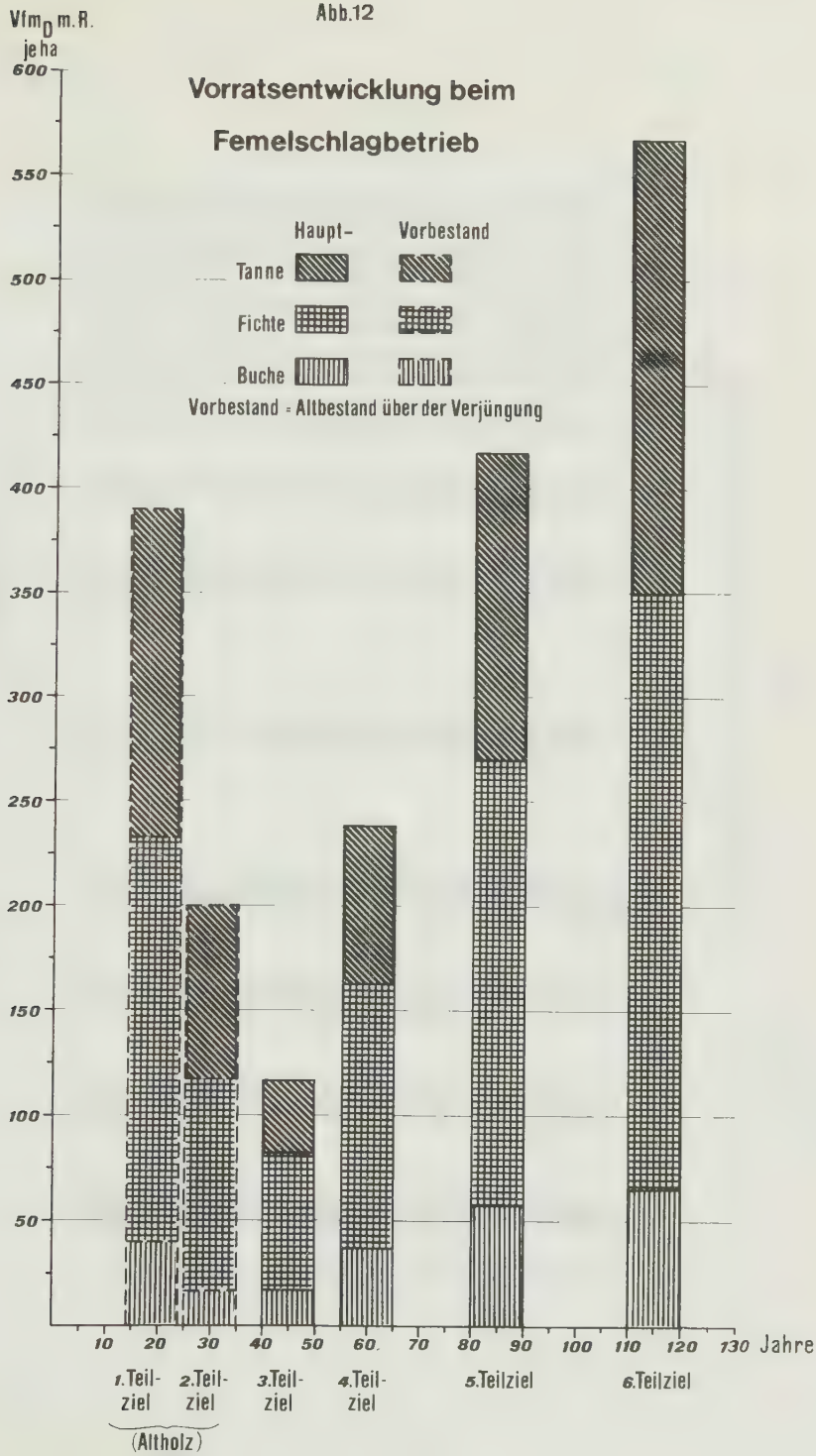

Vfm$_D$ m.R.
je ha
Vorratsentwicklung beim
Femelschlagbetrieb
Haupt-
Vorbestand
Tanne
Fichte
Buche
Vorbestand = Altbestand über der Verjüngung
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
Jahre
1.Teil-ziel
2.Teil-ziel
3.Teil-ziel
4.Teil-ziel
5.Teilziel
6.Teilziel
(Altholz)

Abb.13

Prozentanteil der Baumarten am Einschlag

Femelschlagbetrieb

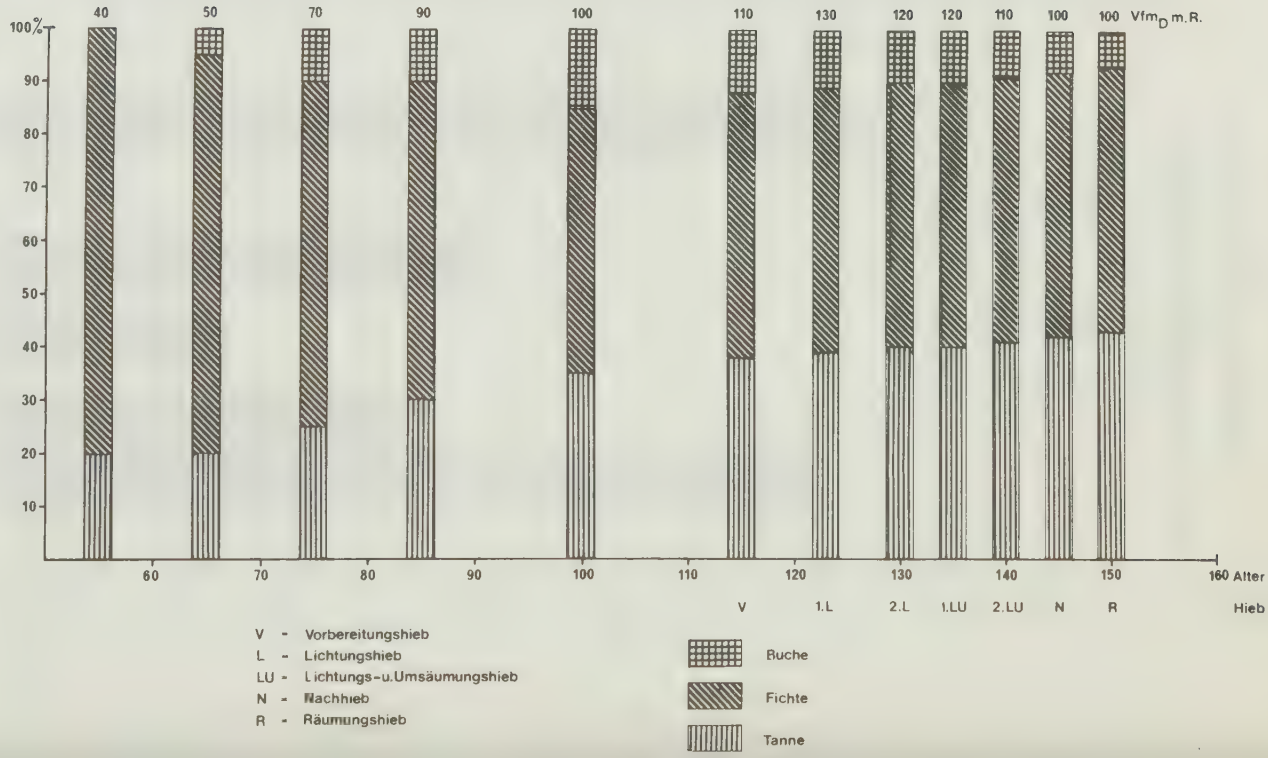
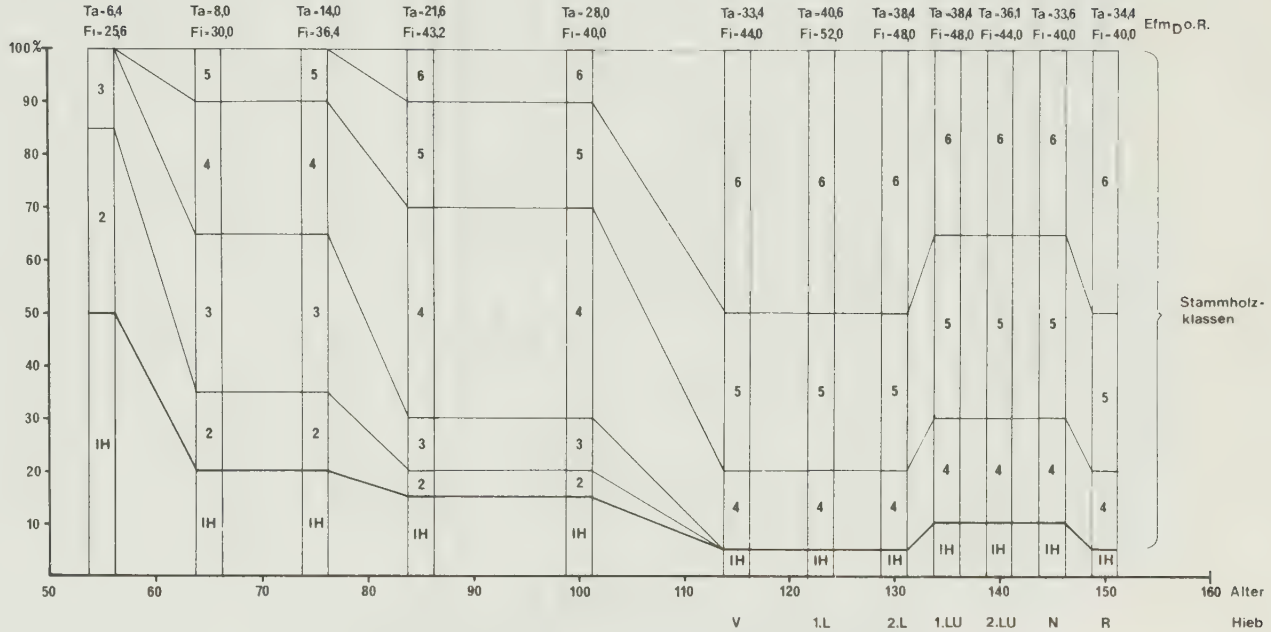


Abb. 14

Prozentualer Sortenanteil am Ta- u. Fi-Einschlag

Femelschlagbetrieb

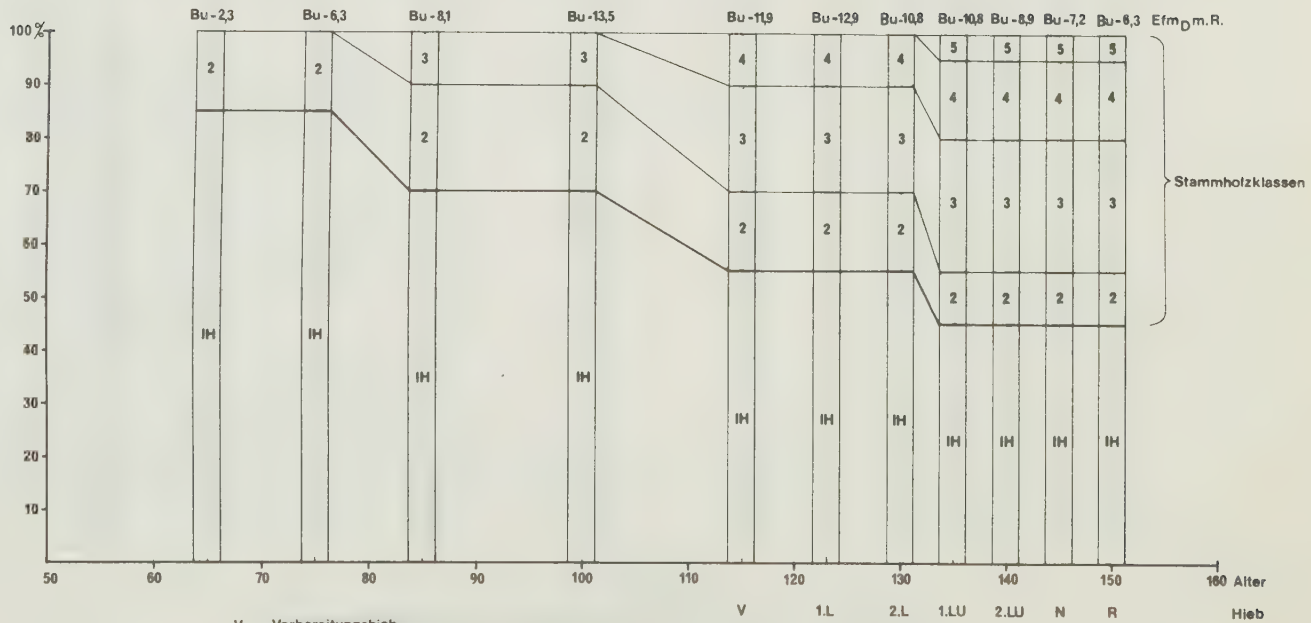


V = Vorbereitungshieb
L = Lichtungshieb
LU = Lichtungs- u. Umsäumungshieb
N = Nachhieb
R = Räumungshieb

Abb. 15

Prozentualer Sortenanteil am Bu-Einschlag

Femelschlagbetrieb



V = Vorbereitungshieb
L = Lichtungshieb
LU = Lichtungs-u.Umsäumungshieb
N = Nachhieb
R = Räumungshieb

in Anlage 6 und 7 wiedergegeben, ebenso die Massenentnahme pro Hieb.
Allerdings ist dabei noch nicht berücksichtigt, daß nach jedem Hieb wieder ein Zuwachs erfolgt. Dieser kann auf Grund von Alter und Ertragsklasse in % der Derbholzmasse am Anfang der Periode den Hilfstafeln für die Forsteinrichtung entnommen werden. Errechnet man nun mit Hilfe dieser Prozentsätze die absoluten Zuwachswerte, so ist die Aufstellung eines Verjüngungsmodells nicht schwierig (siehe Anlage 8).
Um der Wirklichkeit bestmöglich gerecht zu werden, ist schließlich noch zu berücksichtigen, daß der Zuwachs sich infolge zunehmender Lichtung des Altholzes relativ verstärkt. Zur Ermittlung dieses Lichtungszuwachses wurde zunächst die nach jedem Hieb verbleibende Masse in Prozent des Ausgangsvorrates errechnet. Es handelt sich praktisch um einen auf die Ausgangsmasse bezogenen Bestockungsgrad, der die Anwendung von schematischen Reduktionsfaktoren für den laufenden jährlichen Zuwachs bei geringeren Bestockungsgraden ermöglicht. Solche Reduktionsfaktoren befinden sich in den Hessischen Hilfstafeln für die Forsteinrichtung und sind im folgenden für Fi und Bu auszugsweise wiedergegeben:

Schematische Reduktionsfaktoren des lGz bei geringeren Bestockungsgraden

Fichte

Bestockungsgrad	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Reduktionsfaktor	1,00	1,00	0,95	0,80	0,65	0,50	0,35	0,25	0,10

Buche

Bestockungsgrad	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Reduktionsfaktor	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75	0,65	0,50	0,35	0,20

In Ermangelung eines Reduktionsfaktors für die Ta wurde der für Fi verwendet. Diese Reduktionsfaktoren gestatten die Korrektur des Vollbestands-lGz. Letzterer wurde auf die übliche Weise errechnet, indem der für die Mitte der nächsten 5 Jahre (häufigstes Intervall zwischen zwei Verjüngungshieben) an Hand von Alter und dGz_{100} aus der Ertragstafel entnommene lGz mit dem Flächenanteil jeder Baumart multipliziert wurde. Die Addition der anteiligen Zuwachswerte ergab einen für den gesamten Bestand geltenden Tafel-lGz. Dieser ist nach DRESCHER (1965, Abb. 31) von dem tatsächlichen Mischbestands-lGz verschieden, der im Alter 130 beispielsweise 105 % des Tafel-lGz beträgt. Die aus der Abb. 31 hergeleiteten Korrekturfaktoren dienten daher zur Berichtigung des Tafel-lGz. Der den tatsächlichen Verhältnissen angepaßte Mischbestands-lGz gilt jedoch nach wie vor für Vollbestockung.

Wird der bei Einleitung der natürlichen Verjüngung vorhandene Vorrat der vollen Bestockung durch die einzelnen Verjüngungshiebe reduziert, sinkt auch der lGz. Er nimmt jedoch, wie die Reduktionstabellen zeigen, nicht gleich stark, sondern um

einen z.T. weit geringeren Betrag ab. Sinkt der Vorrat im Alter 130, nach dem 3. Verjüngungshieb, beispielsweise auf 60 % des Ausgangswertes, so beträgt der Zuwachs bei der Fi immerhin noch 80 %, bei der Bu sogar 85 % des Vollbestands-lGz. Zur Auffindung des für den ganzen Mischbestand geltenden Reduktionsfaktors wurden die Reduktionsfaktoren der einzelnen Baumarten mit dem jeweiligen Flächenanteil multipliziert und anschließend addiert. Mit diesem gemeinsamen Reduktionsfaktor wurde dann der nach DRESCHER (Abb. 31) bereits berichtigte Vollbestands-lGz multipliziert und dadurch dem verminderten Vorrat angepaßt. Ein Beispiel für den Rechengang ist beigefügt (Anlage 11). Unter Berücksichtigung des Lichtungszuwachses ließ sich ein neues Verjüngungsmodell (Anlage 9 u. 10) aufstellen. Vergleicht man dieses Modell mit dem ohne Beachtung des Lichtungszuwachses, so zeigt sich ganz deutlich ein Unterschied in der Stärke der einzelnen Verjüngungshiebe und deren Summe. Immerhin beträgt die Differenz der Hiebssumme rd. 60 Vfm_{Derbh}.

Femelschlagbetrieb:

Verjüngungsablauf

Alter 115: 1.Hieb = Vorbereitungshieb: Kronenfreistellung der herrschenden Tannen. Örtlich konzentrierte Schirmdruckbeseitigung über brauchbaren Ta-Vorwüchsen.
Z i e l : Herstellung der Bodengare, langfristige Vorausverjüngung der Ta

Alter 123: 2.Hieb = 1.Lichtungshieb: Schaffung der für den Femelschlag typischen gruppenw. Schirmstellung (Hieb auf den starken Stamm in den zu lichtenden Partien). Freihauen zwischenständiger Bu (soweit nicht ausreichend Samen-Buche vorhanden ist)
Z i e l : Förderung der angesamten Ta. Einleitung der Bu- und Fi-Verjingung

Alter 130: 3.Hieb = 2.Lichtungshieb: Ausformung von Verjüngungskernen und Anlage weiterer Gruppenschirmstellungen.
Z i e l : Begünstigung der Verjüngungsansätze

Alter 135: 4.Hieb = Lichtungs- und Umsäumungshieb: Erweiterung der vorhandenen sowie Ausformung der neuen Verjüngungskerne.
Z i e l : Förderung der Verjüngung

Alter 140: 5.Hieb = Weiterer Lichtungs- u. Umsäumungshieb: Abdeckung der Verjüngungskerne. Erweiterung zu Gruppen und Horsten.
Z i e l : Festigung und Erstarkung des Jungwuchses, Schaffung eines stufigen Bestockungsaufbaus.

Alter 145: 6.Hieb = Nachhieb: Beginnende Räumung über den Verjüngungsgruppen und -horsten. Erweiterung derselben zu Kleinbeständen.

Z i e l : Förderung der Stufigkeit, Vermeidung weiterer Fällungs- u. Bringungsschäden im abgedeckten Jungwuchs.

Alter 150: 7.Hieb = Räumungshieb: Abtrieb der Altholzreste

Anlage 7

Femelschlagbetrieb:

Ausgangswerte der Hiebsmassen beim

Verjüngungsablauf (ohne Lichtungszuwachs)

Alter 115: 1.Hieb = 15 % von 570 Vfm_D ~ 85 Vfm_D
mit Fläch.Anteil gewogener
1Gz in % der Dh.-Masse = 1,55 %
am Anfang der Periode

Alter 123: 2.Hieb = 10 % von 570 Vfm_D = 57 Vfm_D
1Gz ~ 1,45 %

Alter 130: 3.Hieb = 15 % von 570 Vfm_D ~ 85 Vfm_D
1Gz ~ 1,3 %

Alter 135: 4.Hieb = 15 % von 570 Vfm_D ~ 85 Vfm_D
1Gz = 1,2 %

Alter 140: 5.Hieb = 15 % von 570 Vfm_D ~ 85 Vfm_D
1Gz = 1,1 %

Alter 145: 6.Hieb = 15 % von 570 Vfm_D ~ 85 Vfm_D
1Gz ~ 1,0 %

Alter 150: 7.Hieb = 15 % von 570 Vfm_D ~ 85 Vfm_D

567 Vfm_D

Femelschlagbetrieb:

Verjüngungsablauf (ohne Lichtungszuwachs)

Ausgangsvorrat: 570 Vfm_D

Alter 115: 1.Hieb = 85 Vfm_D ~ 90 Vfm_D

Verbleiben = 485 Vfm_D + 60 Vfm_D Zuwachs = 545 Vfm_D

Alter 123: 2.Hieb = 57 Vfm_D

+ 60 ." (8 · 1,55% von 485 Vfm_D = 60,14 ~ 60 Vfm_D Zuwachs)

117 Vfm_D ~ 120 Vfm_D

Verbleiben = 428 Vfm_D + Zuwachs = 471 Vfm_D

Alter 130: 3.Hieb = 85 Vfm_D

+ 43 " (7 · 1,45% von 428 Vfm_D = 43,44 ~ 43 Vfm_D)

128 Vfm_D ~ 130 Vfm_D

Verbleiben = 343 Vfm_D + Zuwachs = 365 Vfm_D

Alter 135: 4.Hieb = 85 Vfm_D

+ 22 " (5 · 1,3% von 343 Vfm_D = 22,3 ~ 22 Vfm_D)

107 Vfm_D ~ 110 Vfm_D

Verbleiben = 258 Vfm_D + Zuwachs = 273 Vfm_D

Alter 140: 5.Hieb = 85 Vfm_D

+ 15 " (5 · 1,2% von 258 Vfm_D = 15,48 ~ 15 Vfm_D)

100 Vfm_D

Verbleiben = 173 Vfm_D + Zuwachs = 183 Vfm_D

Alter 145: 6.Hieb = 85 Vfm_D

+ 10 " (5 · 1,1% von 173 Vfm_D = 9,52 ~ 10 Vfm_D

95 Vfm_D ~ 90 Vfm_D

Verbleiben = 88 Vfm_D + Zuwachs = 92 Vfm_D

Alter 150: 7.Hieb = 85 Vfm_D

+ 4 " (5 · 1,0% von 88 Vfm_D = 4,4 ~ 4 Vfm_D)

92 Vfm_D ~ 90 Vfm_D

Summe der Eingriffe: 730 Vfm_D

Anlage 9

Femelschlagbetrieb:

Ausgangswerte der Hiebsmassen beim

Verjüngungsablauf (mit Berücksichtigung des Lichtungszuwachses)

Alter 115:	1.Hieb	=	20 % von 570 Vfm_D	~	110 Vfm_D
Alter 123:	2.Hieb	=	10 % von 570 Vfm_D	=	57 Vfm_D
Alter 130:	3.Hieb	=	10 % von 570 Vfm_D	=	57 Vfm_D
Alter 135:	4.Hieb	=	15 % von 570 Vfm_D	=	85 Vfm_D
Alter 140:	5.Hieb	=	15 % von 570 Vfm_D	=	85 Vfm_D
Alter 145:	6.Hieb	=	15 % von 570 Vfm_D	=	85 Vfm_D
Alter 150:	7.Hieb	=	15 % von 570 Vfm_D	=	85 Vfm_D
					564 Vfm_D

Femelschlagbetrieb:

Verjüngungsablauf (mit Berücksichtigung des Lichtungszuwachses)

Ausgangsvorrat: 570 Vfm_D

Alter 115: 1.Hieb = 110 Vfm_D, verbleiben 460 Vfm_D = 0,8 von 570 Vfm_D

1Gz = 10 Vfm_D • 8 = 80 Vfm_D, Vorrat = 460 + 80=540 Vfm_D am Periodenende

Alter 123: 2.Hieb = 57 Vfm_D
+ 80 " Zuwachs
137 ~ 130 Vfm_D, verbleiben 410 Vfm_D = 0,72 ~ 0,7 von 570 Vfm_D

1Gz = 8,4 • 7 = 58,8 ~ 50 Vfm_D, Vorrat = 410 + 59 = 469 ~ 470 Vfm_D am Periodenende

Alter 130: 3.Hieb = 57 Vfm_D
+ 59 " Zuwachs
116 ~ 120 Vfm_D, verbleiben 350 Vfm_D = 0,61 ~ 0,6 von 570 Vfm_D

Beispiel
1Gz ⇒ 7 • 5 = 35 Vfm_D, Vorrat = 350 + 35 = 385 ~ 390 Vfm_D am Periodenende

Alter 135: 4.Hieb = 85 Vfm_D
+ 35 " Zuwachs
120 Vfm_D, verbleiben 270 Vfm_D = 0,47 ~ 0,45 von 570 Vfm_D

1Gz = 4,8 • 5 = 24 Vfm_D, Vorrat = 270 + 24 = 294 ~ 295 Vfm_D

Alter 140: 5.Hieb = 85 Vfm_D
+ 24 " Zuwachs
113 ~ 110 Vfm_D, verbleiben 185 Vfm_D = 0,3 von 570 Vfm_D

1Gz = 3 • 5 = 15 Vfm_D, Vorrat = 190 + 15 = 205 ~ 200 Vfm_D

Alter 145: 6.Hieb = 85 Vfm_D
+ 15 " Zuwachs
100 Vfm_D, verbleiben 100 Vfm_D = 0,17 ~ 0,15 von 570 Vfm_D

1Gz = 1,4 • 5 = 7 Vfm_D, Vorrat = 100 + 7 = 107 Vfm_D

Alter 150: 7.Hieb = 85 Vfm_D
+ 7 " Zuwachs
92 ~ 100 Vfm_D

Hiebssumme = 790 Vfm_D

Femelschlagbetrieb:

Ermittlung des lGz

Baum-art	Ertragskl. dGz_{100}	Alter	lGz	Flächen-anteil	lGz mit Fläch.-anteil gewogen	Reduktions-faktor bei $B^o = 0,6$	Reduktionsfaktor mit Fläch.-anteil gewogen
1	2	3	4	5	6 (4 x 5)	7	8 (5 x 7)
Ta	10	130	9,2	0,35	3,22 ~ 3,2	0,80	0,280
Fi	9	130	8,0	0,50	4,00 ~ 4,0	0,80	0,400
Bu	5	130	6,4	0,15	0,96 ~ 1,0	0,85	0,128
					8,2		0,808 ~ 0,8

davon 105% nach DRESCHER, Abb.31 = 8,7 • 0,8 = 6,96 ~ 7 Vfm_D

gemeinsamer Reduktionsfaktor

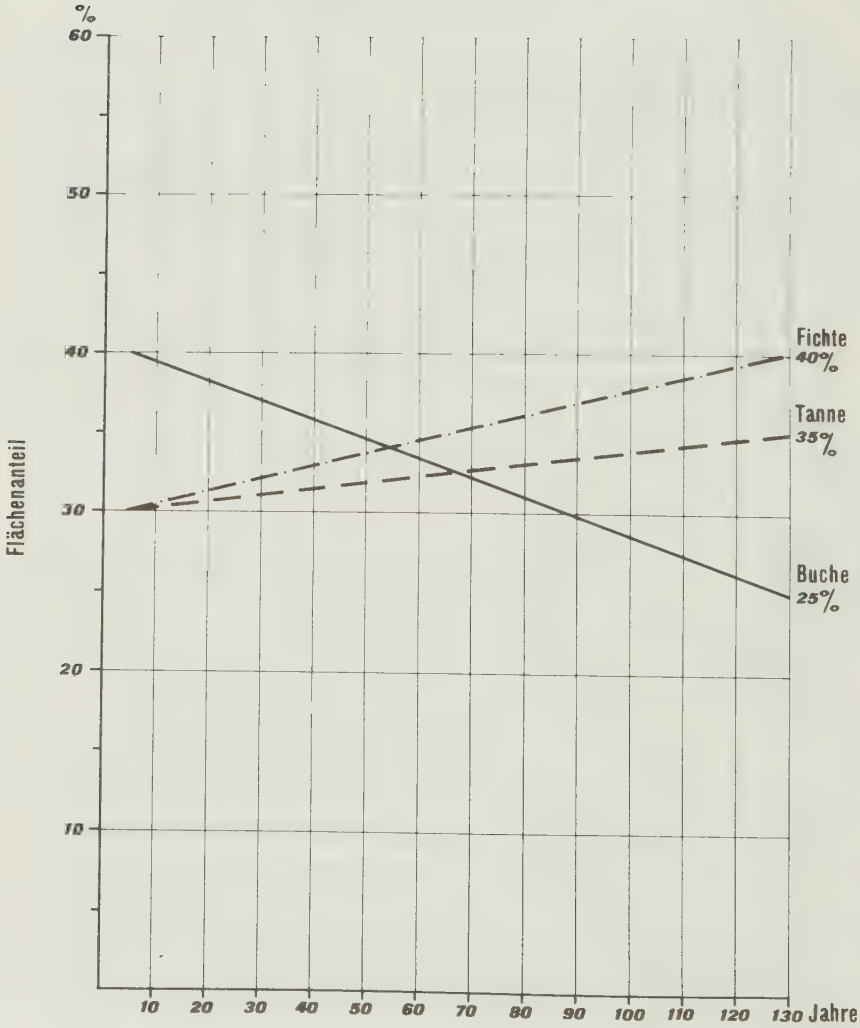
4.4 Zonenschirmschlag

Der Ausgangsbestand beim Zonenschirmschlag soll im Bestockungsaufbau dem des Femelschlagbetriebes gleichen. Im Fi-Ta-Bu-Betrieb bestehen zwischen den beiden Betriebsformen auch gewisse Parallelen bei der Verjüngung und weiteren Bestandesbehandlung. Allerdings ist beim Femelschlagbetrieb der Verjüngungszeitraum langfristiger. Dort werden durch eine vorsichtigere Hiebsführung und ungleichmäßige Durchbrechung des Kronendaches mit den ersten Verjüngungshieben Gruppenschirmstellungen geschaffen, unter denen Verjüngungskegel entstehen, die dann durch randförmige Erweiterung der gruppenartigen Schirmstellungen vergrößert werden. Im Gegensatz dazu wird beim Zonenschirmschlag auf größerer Fläche eine gleichmäßige Schirmstellung angestrebt, die im Verlaufe der weiteren Verjüngung auch gleichmäßig aufgelockert wird. Auf diese Weise sind beispielsweise in den Vogesen Fi-Ta-Bu-Bestände erfolgreich verjüngt worden.
Im Modell wird angenommen, daß der zu verjüngende Bestand ein Alter von 115 Jahren hat. Der Verjüngungszeitraum soll 25 Jahre betragen. Dies führt zu einer durchschnittlich niedrigeren Umtriebszeit als beim Femelschlagbetrieb.

Der raschere Verjüngungsablauf fördert zunächst die Bu-Verjüngung. Deshalb wird im Modell ein Anfangsanteil von 40 % unterstellt, der jedoch im Laufe des Bestandeslebens auf 25 % sinkt. Auf eine ausreichende Fi-Verjüngung wird nicht gewartet, da vorgesehen ist, die angekommene Verjüngung weitgehend mit Fi auszubessern. Ein 30 %iger Fi-Anteil zum Beginn der Umtriebszeit dürfte daher genügen. Er soll auf ca. 40 % ansteigen. Die Entwicklung des Ta-Anteils ist damit festgelegt, und zwar ein Anstieg von 30 auf 35 % (s. Abb. 16) wie beim Kahlschlag- und Femelschlagbetrieb.

Abb. 16

Entwicklung des Mischungsverhältnisses beim Zonenschirmschlag



Vorrat (s. Abb. 17), Bestockungsgrad und lGz betragen:

	Vorrat	B^o	lGz
im Alter 40 =	87 Vfm_D m.R./ha	1,1	8,4 Vfm_D
" " 55 =	194 " " "	1,0	11 "
" " 85 =	414 " " "	1,0	13 "
" " 115 =	566 " " "	1,0	10 "

Die Vornutzungen in den einzelnen Perioden lauten:

Periode 3/4 (Alter 40-55) = 40 Vfm_D m.R.
" 4/5 (" 55-85) = 60 Vfm (1.Hieb) + 80 Vfm (2.Hieb) =
140 Vfm_D insgesamt
" 5/6 (" 85-115)= 90 " (") + 100 Vfm (2.Hieb) =
190 Vfm_D insgesamt

Die Nutzungs-Vorratsentwicklung kann aus dem Rechenbeispiel im Anhang ersehen werden.
Die Aufteilung der Nutzungen nach Baumarten und Sorten ist in Kapitel 4.5 und Abb. 18-20 wiedergegeben, und zwar getrennt für die Vornutzungen und die Hiebseingriffe bei der Wiederverjüngung des Bestandes.
Anzahl, zeitlicher Abstand und Zielsetzung der einzelnen Verjüngungshiebe sind in der Anlage 12-15 zu finden. Der auffallend starke Eingriff beim Alter 120 soll, nach einem vorsichtigeren Vorbereitungshieb, erreichen, daß Licht und Niederschläge auf den Boden gelangen, um die Verjüngung kräftig in Gang zu bringen.

Art und Weise der Zuwachsermittlung und der Bildung des Verjüngungsmodells mit und ohne Berücksichtigung der zunehmenden Bestandeslichtung sind beim Zonenschirmschlag und Femelschlagbetrieb identisch. Allerdings zeigt der Vergleich der beiden Verjüngungsmodelle des Zonenschirmschlages mit

Abb.17

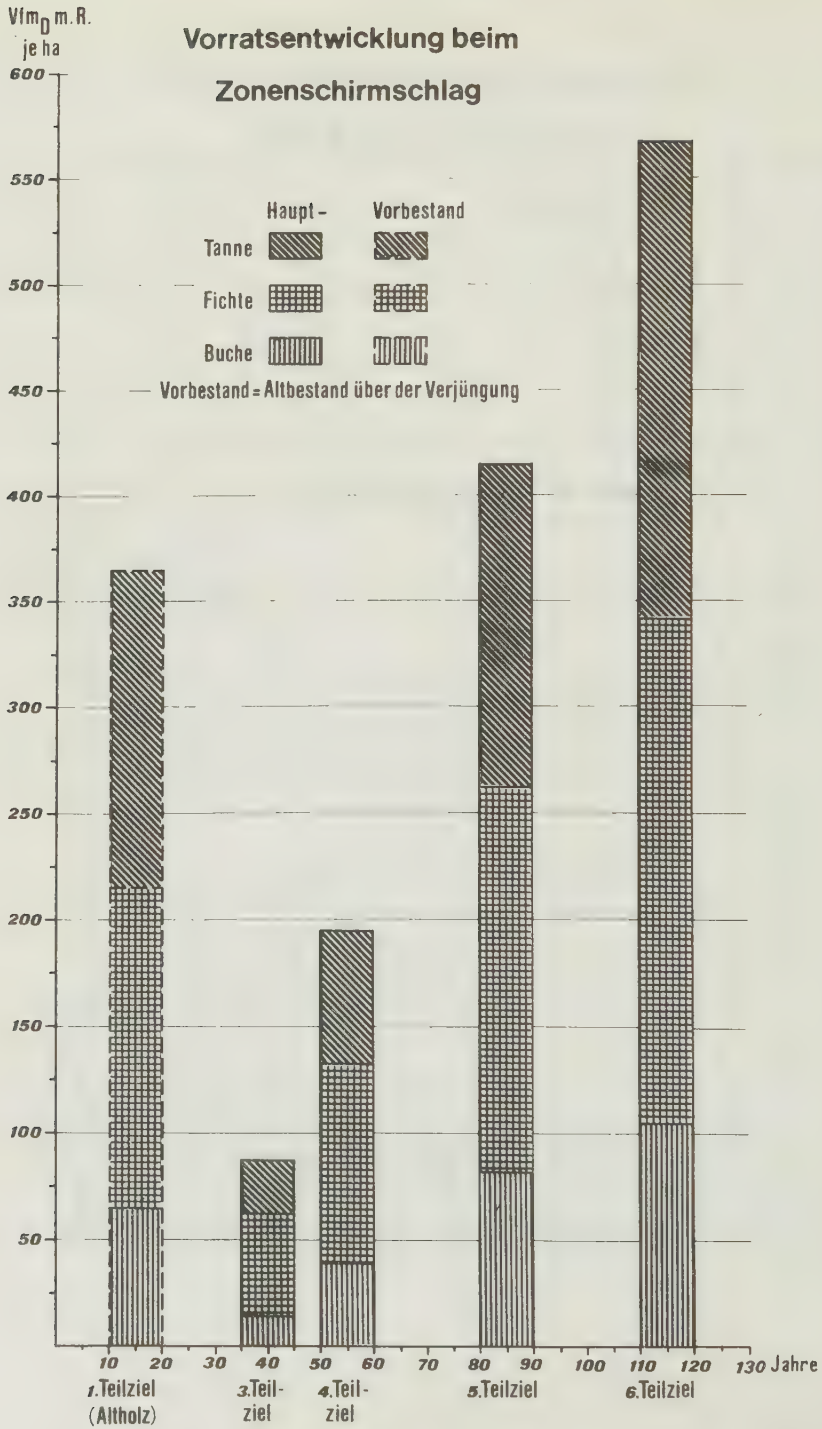

Vfm$_D$ m.R.
je ha
Vorratsentwicklung beim
Zonenschirmschlag
Haupt-
Vorbestand
Tanne
Fichte
Buche
Vorbestand = Altbestand über der Verjüngung
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130 Jahre
1.Teilziel (Altholz)
3.Teil-ziel
4.Teil-ziel
5.Teilziel
6.Teilziel

Abb.18

Prozentanteil der Baumarten am Einschlag

Zonenschirmschlag

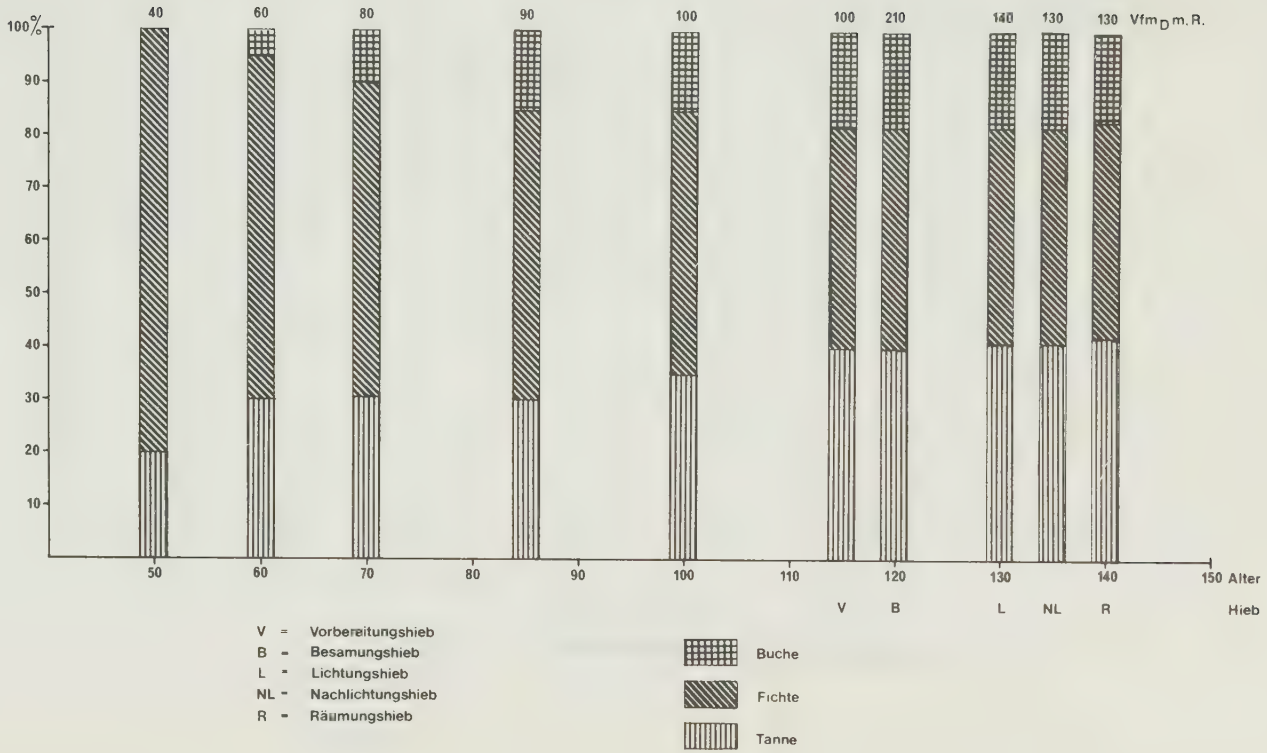
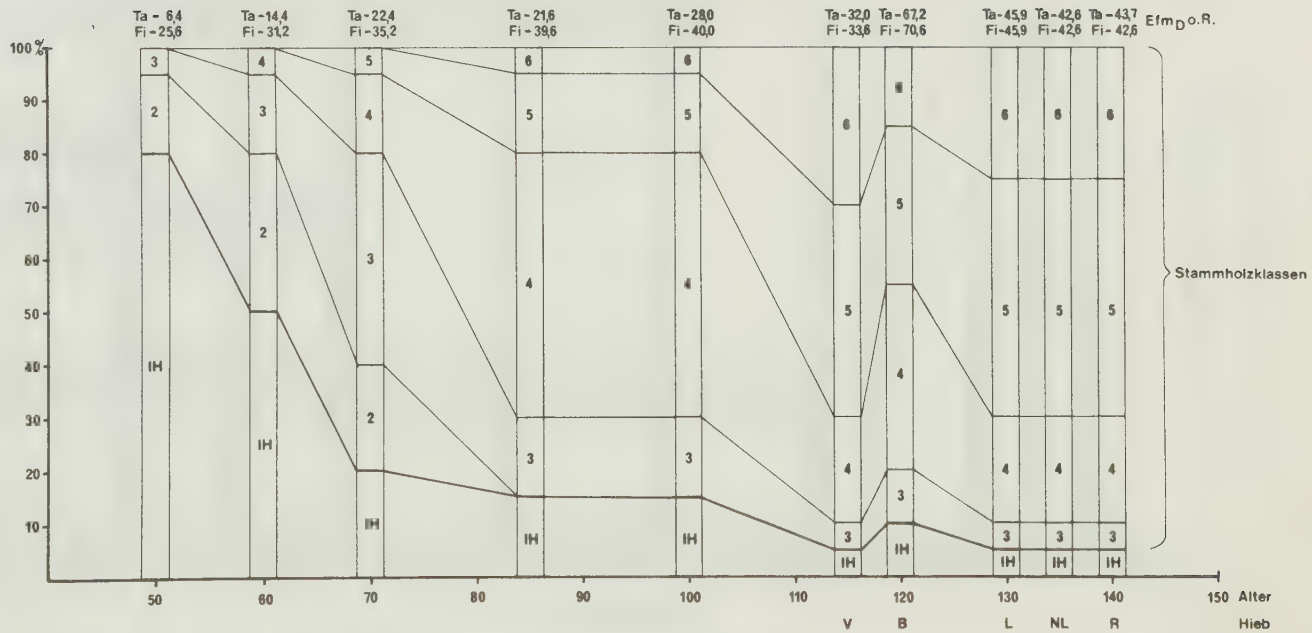


Abb.19

Prozentualer Sortenteil am Ta-u.Fi-Einschlag

Zonenschirmschlag

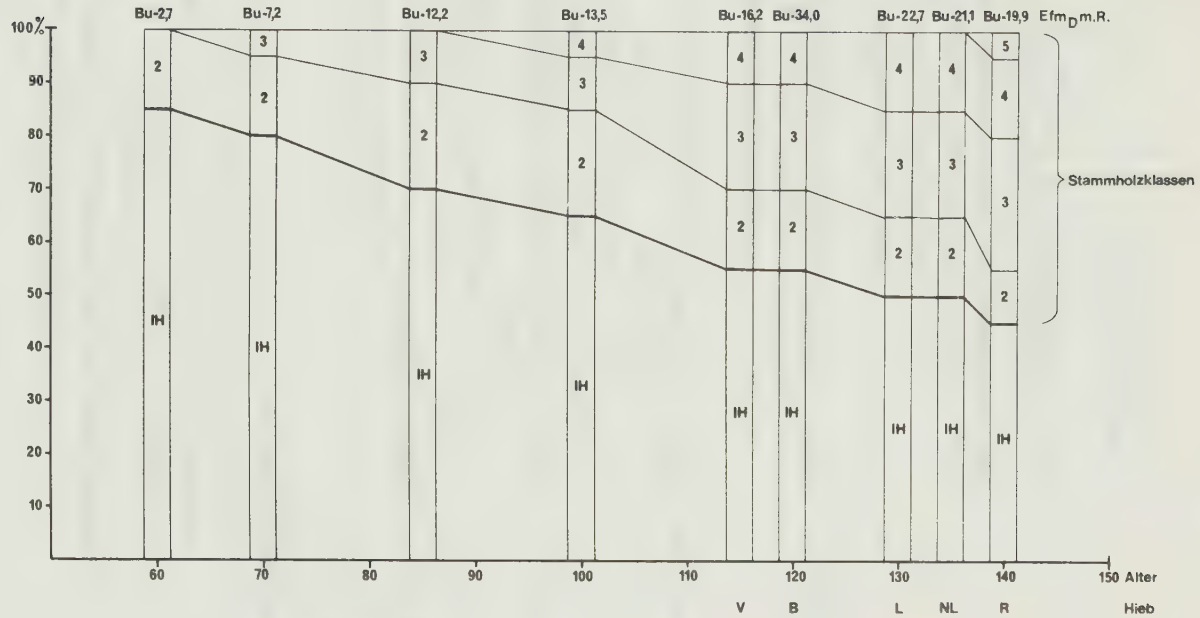


V - Vorbereitungshieb
B - Besamungshieb
L - Lichtungshieb
NL- Nachlichtungshieb
R - Räumungshieb

Abb. 20

Prozentualer Sortenanteil am Bu-Einschlag

Zonenschirmschlag



V - Vorbereitungshieb
B - Besamungshieb
L - Lichtungshieb
NL- Nachlichtungshieb
R - Räumungshieb

Zonenschirmschlag:

Verjüngungsablauf

Alter 115: 1.Hieb = Vorbereitungshieb: Entnahme von alten, für die Verjüngung ungeeigneten Tannen und Fichten sowie breitkronigen Buchen, Kronenpflege der Samenbäume durch Freistellung samentragfähiger Ta und Bu
Z i e l : Herstellung der Bodengare. Erste Ansätze von Ta-Ansamung

Alter 120: 2.Hieb = Besamungshieb (im Mastjahr): Gleichmäßiges Vorlichten auf der Zone
Z i e l : Vollbesamung der Schlagfläche

Alter 130: 3.Hieb = Lichtungshieb: Steigerung der Licht-, Wärme- und Regenzufuhr
Z i e l : Förderung der vorhandenen Verjüngung

Alter 135: 4.Hieb:= 2. Lichtungshieb (Nachlichtungshieb): Beginnende Räumung
Z i e l : Festigung der Verjüngung

Alter 140: 5.Hieb = Räumungshieb: Nutzung der letzten Altholzreste
Z i e l : Freistellung des Jungwuchses

Verjüngungsgangzahl:

Vorbereitungshieb = ca. 20 % Massenentnahme
Besamungshieb (im Mastjahr/ = 30 - 40 % der Masse
Lichtungshieb = von den verbleibenen 40 - 50 % des Vorrates wird ca. 1/3 entnommen
Nachlichtungs- und Räumungshieb (über gelungener Verjüngung) = etwa gleichmäßige Aufteilung der Restmasse

Anlage 13

Zonenschirmschlag:

Ausgangswerte der Hiebsmassen beim

Verjüngungsablauf (ohne Lichtungszuwachs)

Alter 115: 1.Hieb = 15 % von 560 Vfm_D = 84 Vfm_D

mit Fläch.Anteil gewogener
lGz in % der Dh.-Masse = 1,6 %
am Anfang der Periode

Alter 120: 2.Hieb = 30 % von 560 Vfm_D = 168 Vfm_D

lGz = 1,52 ~ 1,5 %

Alter 130: 3.Hieb = 15 % von 560 Vfm_D = 84 Vfm_D

lGz = 1,35 %

Alter 135: 4.Hieb = 20 % von 560 Vfm_D = 112 Vfm_D

lGz = 1,2 %

Alter 140: 5.Hieb (Räumung) = 20 % von 560 Vfm_D = 112 Vfm_D

560 Vfm_D

Zonenschirmschlag:

Verjüngungsablauf (ohne Lichtungszuwachs)

Ausgangsvorrat: 560 Vfm_D

Alter 115: 1.Hieb = 85 Vfm_D ~ 85 Vfm_D

Verbleiben = 476 Vfm_D + Zuwachs = 514 Vfm_D

Alter 120: 2.Hieb = 168 Vfm_D

+ 38 " (5 · 1,6% von 476 Vfm_D = 38,08 ~ 38 Vfm_D

206 Vfm_D ~ 210 Vfm_D

Verbleiben = 308 Vfm_D + Zuwachs = 354 Vfm_D

Alter 130: 3.Hieb = 84 Vfm_D

+ 46 " (10 · 1,5% von 308 Vfm_D = 46,2 ~ 46 Vfm_D)

130 Vfm_D

Verbleiben = 224 Vfm_D + Zuwachs = 239 Vfm_D

Alter 135: 4.Hieb = 112 Vfm_D

+ 15 " (5 · 1,35% von 224 Vfm_D = 15,12 ~ 15 Vfm_D)

127 Vfm_D ~ 130 Vfm_D

Verbleiben = 112 Vfm_D + Zuwachs = 119 Vfm_D

Alter 140: 5.Hieb = 112 Vfm_D

+ 7 " (5 · 1,2% von 112 Vfm_D = 6,72 ~ 7 Vfm_D)

119 Vfm_D ~ 120 Vfm_D

Hiebssumme = 675 Vfm_D ~ 680 Vfm_D

Zonenschirmschlag:

Verjüngungsablauf (mit Berücksichtigung des Lichtungszuwachses)

Ausgangsvorrat: 560 Vfm_D

Alter 115: 1.Hieb = 100 Vfm_D, verbleiben 460 Vfm_D = 0,82 ~ 0,8 von 560 Vfm_D

1Gz = 10 Vfm_D · 5 = 50 Vfm_D, Vorrat = 460 + 50 = 510 Vfm_D am Ende der Periode

Alter 120: 2.Hieb = 168 Vfm_D
+ 50 " Zuwachs

218 ~ 210 Vfm_D, verbleiben 300 Vfm_D = 0,53 ~ 0,5 von 560 Vfm_D

1Gz = 6,4 Vfm_D · 10 = 64 Vfm_D, Vorrat = 300 + 64 = 364 Vfm_D am Ende der Periode

Alter 130: 3.Hieb = 84 Vfm_D
+ 64 " Zuwachs

148 ~ 140 Vfm_D, verbleiben 224 Vfm_D = 0,4 von 560 Vfm_D

1Gz = 4,5 Vfm_D · 5 = 22,5 ~ 23 Vfm_D, Vorrat = 224 + 23 = 247 Vfm_D am Ende der Periode

Alter 135: 4.Hieb = 112 Vfm_D
+ 23 " Zuwachs

135 ~ 130 Vfm_D, verbleiben 117 Vfm_D = 0,2 von 560 Vfm_D

1Gz = 2,2 · 5 = 11 Vfm_D, Vorrat = 117 + 11 = 128 ~ 130 Vfm_D am Ende der Periode

Alter 140: 5.Hieb = 112 Vfm_D
+ 11 " Zuwachs

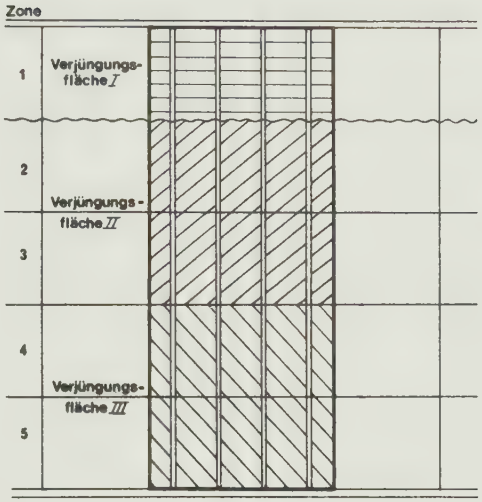
123 ~ 130 Vfm_D

Hiebssumme = 710 Vfm_D

und ohne Beachtung des Lichtungszuwachses keine so prägnanten Unterschiede bei den einzelnen Endnutzungshieben und deren Summe. Die Differenz der Hiebssumme zwischen dem Verjüngungsmodell mit und ohne Lichtungszuwachs beträgt nur 30 Vfm_D.
Im Gegensatz zum Femelschlagbetrieb bezieht sich das Verjüngungsmodell beim Zonenschirmschlag nicht gleichzeitig auf die ganze Fläche. Vielmehr sind die einzelnen Verjüngungshiebe nach Teilflächen gestaffelt. Insgesamt sind 3 Verjüngungsflächen vorgesehen. Davon haben die beiden unterhalb der Abrückscheide gelegenen (Verjüngungsfläche II und III) eine Größe von jeweils 2 ha (Zone 2 und 3 bzw. Zone 4 und 5 = je 2 Zonen von 1 ha), die oberhalb der Abrückscheide befindliche Verjüngungsfläche I (= Zone 1) eine solche von 1 ha (siehe Abb. 21). Die Verjüngung beginnt in Verjüngungsfläche II. Während dort im Alter 115 der Vorbereitungshieb geführt wird, geschieht in den Verjüngungsflächen I und III noch nichts. Im Alter 120 folgt dann auf der Verjüngungsfläche II der Besamungshieb. Zur gleichen Zeit findet auf den Verjüngungsflächen I und III der Vorbereitungshieb statt. Die weitere Staffelung der Endnutzungshiebe bis zur abgeschlossenen Räumung der gesamten, 5 ha großen Modellfläche kann aus der Abb. 21 ersehen werden.

Abb. 21

Staffelung der Endnutzungshiebe beim Zonenschirmschlag



Alter: (Jahre)	Verj. Fläche I Zone 1	Verj. Fläche II Zone 2 u. 3	Verj. Fläche III Zone 4 u. 5
115	–	V	–
120	V	B	V
125	B	–	B
130	–	1.L	–
135	1.L	2.L(NL)	1.L
140	2.L(NL)	R	2.L(NL)
145	R	–	R

Erläuterung:

V	Vorbereitungshieb
B	Besamungshieb
1.L	1. Lichtungshieb
2.L(NL)	2. Lichtungshieb (Nachlichtungshieb)
R	Räumungshieb

4.5 Vergleich der Modelle

Der für alle Modelle einheitlich gewählte Rahmen wurde in Kapitel 3 beschrieben. Wir wollen nachstehend die Betriebsformen an Hand der charakteristischen Unterschiede diskutieren.

Lage der Teilziele: Beim Kahlschlagbetrieb als reiner Kunstverjüngungsform werden die einzelnen Teilziele, vor allem im jüngeren Bestand, viel eher erreicht als im Femelschlagbetrieb, bei dem wegen der langfristigen Verjüngung die Entwicklung viel langsamer in Gang kommt. Der Zonenschirmschlag nimmt eine Mittelstellung ein. Im älteren Bestand tritt eine gewisse Umkehrung der Verhältnisse ein, denn das 5. und 6. Teilziel befinden sich beim Kahlschlagbetrieb bei höherem Bestandesalter als beim Femel- und Zonenschirmschlag. Das 6. Teilziel ist beim Kahlschlagbetrieb zugleich der Zeitpunkt des Abtriebs, liegt also am Ende der Umtriebszeit (beim Alter 130), beim Femel- und Zonenschirmschlag dagegen am Beginn des Verjüngungszeitraumes (im Alter 115).

Zeitpunkt der Teilziele (jeweiliges Alter):

	Plenter-betrieb	Kahlschlag-betrieb	Femelschlag-betrieb	Zonenschirm-schlag
1. Teilziel:	alle 10 Jahre	5/10	20	15
2. "	"	10/20	30	25
3. "	"	35	45	40
4. "	"	55	60	55
5. "	"	90	85	85
6. "	"	130	115	115

	Femelschlag-betrieb	Zonenschirm-schlag
Verjüngungshiebe		
Vorbereitungshieb	115	115
1. Lichtungshieb/Besamungshieb	123	120
2. Lichtungshieb/Lichtungshieb	130	130
Lichtungs- und / Nachlichtungs-Umsäumungshieb / hieb	135	135
Weiterer Lichtungs- u./ Räumungs-Umsäumungshieb/ hieb	140	140
Nachhieb	145	
Räumungshieb	150	

Flächenanteile: (s. Anlage 16) Auf Grund unterschiedlicher Bestandesstruktur der einzelnen Betriebsformen sind die Flächenanteile der Baumarten bei den Modellen verschieden hoch.
Die Ta hat allerdings beim Kahlschlag, Femelschlag und Zonenschirmschlag einen gleichgroßen Ausgangsanteil, der im Laufe der Umtriebszeit nur wenig steigt. Bei den verschiedenen Teilzielen der einzelnen Betriebsformen ist der Ta-Anteil nahezu identisch.
Die Fi hat beim Kahlschlagbetrieb einen konstanten Anteil von 50 %. Beim Femelschlagbetrieb beträgt der Anfangsanteil 35 %, beim Zonenschirmschlag dagegen nur 30 %. Er steigt beim Femelschlagbetrieb jedoch im Laufe der Umtriebszeit um 13 % an und erreicht beim 6. Teilziel fast den Fi-Anteil beim Kahlschlagbetrieb. Beim Zonenschirmschlag beträgt der Anstieg nur 9 %. Dadurch vergrößert sich die Differenz der Fi-Anteile zwischen dem Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag von anfangs 5 % auf 9 % am Ende der Umtriebszeit.

Flächenanteile

		Plenter-betrieb	Kahlschlag-betrieb	Femelschlag-betrieb	Zonenschirm-schlag
1. Teilziel:	Tanne:	nicht feststellbar	30	30	30
	Fichte:		50	35	30
	Buche:		20	35	40
2. Teilziel:	Ta:		30,5	31	31
	Fi:		50,0	36	31
	Bu:		19,5	33	38
3. Teilziel:	Ta:		31	31	31
	Fi:		50	38	33
	Bu:		19	31	36
4. Teilziel:	Ta:		32	32	32
	Fi:		50	41	34
	Bu:		18	27	34
5. Teilziel:	Ta:		33	33	33
	Fi:		50	44	36
	Bu:		17	23	31
6. Teilziel:	Ta:		35	34	34
	Fi:		50	48	39
	Bu:		15	18	27

Die Bu hat den geringsten Ausgangsanteil beim Kahlschlagbetrieb, den höchsten beim Zonenschirmschlag. Sie verhält sich beim Kahlschlagbetrieb umgekehrt proportional zur Entwicklung des Ta-Anteils, beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag aber gegenläufig zum Fi-Anteil.
Fi und Ta nehmen bei allen Betriebsformen eine dominierende Rolle ein, am ausgeprägtesten beim Plenterbetrieb, danach beim Kahlschlagbetrieb. Auch beim Zonenschirmschlag, bei dem die Bu zunächst einen beträchtlichen Anteil hat, setzen sich Fi und Ta durch.

Massenanteile der Baumarten: Vom Plenterbetrieb wegen seiner kontinuierlichen Bestandesstruktur abgesehen, sind erst vom 3. Teilziel an nennenswerte Vorräte und damit Massenanteile zu verzeichnen (s. Anlage 17).
Der Plenterbetrieb weist einen gleichbleibenden, überragenden Ta-Anteil auf. Bei den anderen Betriebsformen nimmt die Ta wegen ihres anfangs zwar langsamen, aber stetigen und später kräftigen Massenzuwachses im Laufe der Umtriebszeit erheblich zu. Die Zunahme des Massenanteils ist beträchtlich stärker als es dem Flächenanteil entspricht.
Der Anstieg beträgt oft das Doppelte, beim Femel- und Zonenschirmschlag z.B. 9-11 % gegenüber 4-5 % beim Flächenanteil.
Die stärkste, beinahe rapide Massenzunahme der Ta ist beim Kahlschlagbetrieb zu verzeichnen. Dort steigt der Vorratsanteil vom 3. bis zum 6. Teilziel um 20 %.
Andererseits sinkt der Fi-Anteil beim Kahlschlagbetrieb weitaus am stärksten, um 22 %. Hier zeigt sich deutlich die gegenüber der Ta entgegengesetzte Vorratsentwicklung der Fi mit ihrer vor allem in der Jugend starken Massenzunahme.
Auch beim Femel- und Zonenschirmschlag fällt der Fi-Anteil stetig, wenn auch nicht so stark (6-12 %).

Massenanteile

		Plenter-betrieb	Kahlschlag-betrieb	Femelschlag-betrieb	Zonenschirm-schlag
1. Teilziel:			-	-	-
2. Teilziel:			-	-	-
3. Teilziel:	Tanne:		20	29	29
	Fichte:		72	56	54
	Buche:		8	15	17
4. Teilziel:	Ta:	65	29	32	32
	Fi:	30	62	53	48
	Bu:	5	9	15	20
5. Teilziel:	Ta:		35	35	37
	Fi:		55	51	43
	Bu:		10	14	20
6. Teilziel:	Ta:		40	38	40
	Fi:		50	50	42
	Bu:		10	12	18

Vorrat (Vfm_D m.R./ha)

	Plenter-betrieb	Kahlschlag-betrieb	Femelschlag-betrieb	Zonenschirm-schlag
1. Teilziel:		-	-	-
2. "		-	-	-
		Alter	Alter	Alter
3. "		70 (35)	117 (45)	87 (40)
4. "	400	200 (55)	238 (60)	194 (55)
5. "		446 (90)	417 (85)	414 (85)
6. "		640 (130)	567 ~ 570 (115)	566 (115)

Vorrat (Vfm_D m.R./ha): Die Höhe des bei den einzelnen Teilzielen vorhandenen Vorrates spiegelt deutlich deren Lage bei unterschiedlichem Alter wieder. Dort, wo das Teilziel bei gleichem Bestandesalter liegt, ist die Vorratshöhe fast gleich, z.B.

beim 4. Teilziel des Kahlschlagbetriebes und Zonenschirmschlages = 200 zu 194 Vfm_D

beim 5. Teilziel des Femel- und Zonenschirmschlages = 417 zu 414 Vfm_D

beim 6. Teilziel des Femel- und Zonenschirmschlages = 570 zu 566 Vfm_D

Andererseits machen sich selbst Altersunterschiede von 5 Jahren bemerkbar. Dies zeigt sich bei der gleichlaufenden Staffelung von Alter und Vorrat beim 3. Teilziel des Kahlschlag-, Zonenschirmschlag- und Femelschlagbetriebes:

Alter: 35 - 40 - 45 Jahre

Vorrat: 70 - 87 - 117 Vfm_D

Diese Übereinstimmung zwischen Vorratshöhe und Alter bei den verschiedenen Betriebsformen beruht zum Teil darauf, daß zur Ermittlung des Vorrates neben der Berücksichtigung von Beispielbeständen und Heranziehung der Ertragstafel stets dieselbe Kurve aus der Arbeit von DRESCHER verwendet wurde.

Nutzung insgesamt /Gesamtwuchsleistung (Vfm_D): Die Nutzung in den schlagweisen Betriebsformen beginnt erst in der Periode 3/4, also zwischen dem 3. und 4. Teilziel. In diesem Zeitraum wird beim Kahlschlagbetrieb, da die fehlende Stufigkeit eine rechtzeitige Standraumregulierung erfordert, rd. 1/3 mehr geschlagen als beim Femel- und Zonenschirm-

schlag. Auch in der darauffolgenden Periode 4/5 wird beim Kahlschlagbetrieb am meisten genutzt, jedoch steht der Zonenschirmschlag nicht viel nach. In der Periode 5/6 ist die Einschlagshöhe beim Zonenschirmschlag und Femelschlagbetrieb gleich, beim Kahlschlagbetrieb jedoch wiederum wesentlich höher. Hier macht sich der hohe Fi-Anteil bemerkbar, der einen hohen Einschlag zuläßt. Beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag findet der hohe Einschlag erst im Verjüngungszeitraum statt. Während dieser Zeit werden beim Femelschlagbetrieb immerhin 790 Vfm_D, beim Zonenschirmschlag 710 Vfm_D geschlagen, gegenüber nur 640 Vfm_D beim Abtrieb des Kahlschlagbestandes (s. Anlage 18). Die Verschiebung der hohen Nutzung in ein höheres Bestandesalter bei den schlagweisen Naturverjüngungsformen weist darauf hin, daß beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag mehr Starkholz eingeschlagen wird als beim Kahlschlagbetrieb, der einen größeren Anteil von schwächerem und mittelstarkem Holz liefert.
Die Gesamtwuchsleistung ist jedoch bei allen vier Betriebsformen nicht sehr verschieden. Die Differenz zwischen dem Femelschlagbetrieb mit dem höchsten Gesamteinschlag und dem Plenterbetrieb mit dem niedrigsten beträgt 100 Vfm_D. Das sind, gemessen an der Gesamtwuchsleistung, ca. 10 %. Vergleicht man die Naturverjüngungsverfahren mit dem Kahlschlagbetrieb, so ergibt sich höchstens ein Unterschied von 5 %.

Nutzung nach Baumarten: (s. Anlage 19). Die Nutzung der Ta nimmt, ihrem steigenden Massenanteil entsprechend, bei den schlagweisen Betriebsformen im Laufe der Umtriebszeit zu, die der Fi, welche die Hauptlast der Vornutzungen trägt, dagegen ab. Die Bu hat nur einen geringen Nutzungsanteil, der allmählich steigt. Diese Tendenzen in der Nutzung nach Baumarten treten am stärksten beim Kahlschlagbetrieb hervor. Dort steht einer Zunahme des Nutzungsanteils bei der Ta um 25 % eine

Anlage 18

Nutzung insgesamt / Gesamtwuchsleistung (Vfm_D)

	Plenter-betrieb	Kahlschlag-betrieb		Femelschlag-betrieb		Zonenschirm-schlag	
Periode - Hieb							
3/4 - 1		20	60	40		40	
- 2		40					
4/5 - 1		70	155	50	120	60	140
- 2	80 • 13	85		70		80	
	1040						
5/6 - 1		80	240	90	190	90	190
- 2		80		100		100	
- 3		80					
Abtrieb		640					
		1095					

Verjüngungshiebe

Vorbereitungshieb	110	100
1. Lichtungshieb/Besamungshieb	130	210
2. Lichtungshieb/Lichtungshieb	120	140
Lichtungs- und Umsäumungshieb / Nachlichtungshieb	120	130
Weiterer Lichtungs- u. Umsäumungshieb / Räumungshieb	110	130
Nachhieb	100	1080
Räumungshieb	100	
	1140	

Differenz

Kahlschlagbetrieb - Plenterbetrieb = + 55 Vfm_D (~ 5,0 %)

Kahlschlagbetrieb - Femelschlagbetrieb = - 45 Vfm_D (~ 4,1 %)

Kahlschlagbetrieb - Zonenschirmschlag = + 15 Vfm_D (~ 1,4 %)

Nutzung, prozentual aufgeteilt nach Baumarten
(Einschlagsmasse je Hieb s.Anlage 18 sowie Abb.7, 13 und 18
Eingeschlagene Masse je Baumart s.Abb. 8/9, 14/15 und 19/20)

Periode - Hieb	Plenterbetrieb Ta - Fi - Bu	Kahlschlagbetrieb Ta - Fi - Bu	Femelschlagbetrieb Ta - Fi - Bu	Zonenschirmschlag Ta - Fi - Bu
3/4 - 1		15 - 85 - ./.	20 - 80 - ./.	20 - 80 - ./.
2		15 - 85 - ./.		
4/5 - 1	65 - 30 - 5	30 - 70 - ./.	20 - 75 - 5	30 - 65 - 5
2		30 - 65 - 5	25 - 65 - 10	30 - 60 - 10
5/6 - 1		35 - 60 - 5	30 - 60 - 10	30 - 55 - 15
2		40 - 55 - 5	35 - 50 - 15	35 - 50 - 15
3		40 - 55 - 5		
Abtrieb		40 - 50 - 10		

Verjüngungshiebe

Vorbereitungshieb	38 - 50 - 12	40 - 42 - 18
1. Lichtungshieb / Besamungshieb	39 - 50 - 11	40 - 42 - 18
2. Lichtungshieb / Lichtungshieb	40 - 50 - 10	41 - 41 - 18
Lichtungs- und Umsäumungshieb / Nachlichtungshieb	40 - 50 - 10	41 - 41 - 18
Weiterer Lichtungs- u. Umsäumungshieb / Räumungshieb	41 - 50 - 9	42 - 41 - 17
Nachhieb	42 - 50 - 8	
Räumungshieb	43 - 50 - 7	

Abnahme des Fi-Einschlags von 35 % gegenüber. Die übrigen 10 % entfallen auf die Bu. Beim Femel- und Zonenschirmschlag ist die Entwicklung gleichlaufend. Die Nutzung der Ta steigt bis zum 6. Teilziel um 15 %, die der Bu ebenfalls. Der Einschlag der Fi fällt dagegen um 30 %.
Auch während des Verjüngungszeitraumes beim Femel- und Zonenschirmschlag steigt, bei gleichbleibendem Fi-Einschlag, der Nutzungsanteil der Ta. Bei der Bu kehren sich die Verhältnisse um, ihr Nutzungsanteil sinkt.

Sortenanteile (in Prozent der Erntemasse) bei Ta und Fi:
(s. Anlage 20). Beim Kahlschlagbetrieb ist, dem höheren Einschlag in niedrigerem Bestandesalter entsprechend, der Schwach- bzw. Industrieholzanteil anfänglich sehr hoch. Dies gilt nicht nur für die Periode 3/4, sondern in abgeschwächter Form auch für den 1. Hieb der Periode 4/5. Danach gleichen sich die Industrieholzanteile der einzelnen Betriebsformen an.
Bei den einzelnen Stammholzklassen zeigt sich der gleiche Trend. Das Schwergewicht der beim Kahlschlagbetrieb vorgenommenen Nutzungen liegt zwar ungefähr bei denselben Stammholzklassen wie beim Femel- und Zonenschirmschlag, doch fehlt ein gewisser Nutzungsanteil in den höheren Stärkeklassen. Beim Femelschlagbetrieb und abgeschwächt auch beim Zonenschirmschlag ist der Fi/Ta-Einschlag nach Stärkeklassen viel breiter gestreut. Beide Betriebsformen zeigen jedoch während des Verjüngungszeitraumes deutliche Unterschiede. Das Schwergewicht der Nutzungen liegt beim Femelschlagbetrieb in der Regel eine Stärkeklasse höher als beim Zonenschirmschlag. Dagegen fehlt der beim Zonenschirmschlag meist noch vorhandene, wenn auch geringe Anteil schwacher Stammholzklassen, z.B. Stammholz 3. Klasse Heilbronner Sortierung.

Sortenanteile, in Prozent der Erntemasse bei Ta und Fi
(Eingeschlagene Masse je Baumart, s. Abb.8, 14 und 19)

		Stammholz						Industrieholz
Periode - Hieb		Kl. 2	3	4	5	6	insg.	insges.
./.	Plenterbetrieb:	5	5	9	14	62	95	5
3/4-1:	Kahlschlag:	-	-	-	-	-	-	100
	Femelschlag:	35	15	-	-	-	50	50
	Schirmschlag:	15	5	-	-	-	20	80
3/4-2:	Kahlschlag:	30	-	-	-	-	30	70
	Femelschlag:	-	-	-	-	-	-	-
	Schirmschlag:	-	-	-	-	-	-	-
4/5-1:	Kahlschlag:	30	20	-	-	-	50	50
	Femelschlag:	15	30	25	10	-	80	20
	Schirmschlag:	30	15	5	-	-	50	50
4/5-2:	Kahlschlag:	10	35	30	-	-	75	25
	Femelschlag:	15	30	25	10	-	80	20
	Schirmschlag:	20	40	15	5	-	80	20
5/6-1:	Kahlschlag:	-	15	40	30	-	85	15
	Femelschlag:	5	10	40	20	10	85	15
	Schirmschlag:	-	15	50	15	5	85	15
5/6-2:	Kahlschlag:	-	10	30	35	10	85	15
	Femelschlag:	5	10	40	20	10	85	15
	Schirmschlag:	-	15	50	15	5	85	15
5/6-3:	Kahlschlag:	-	10	30	35	10	85	15
	Femelschlag:	-	-	-	-	-	-	-
	Schirmschlag:	-	-	-	-	-	-	-
Abtrieb:	Kahlschlag:	-	5	15	45	25	90	10

(Eingeschlagene Masse und prozentuale Sortenaufteilung bei der Bu, s.Abb. 9, 15 und 20)

Fortsetzung: Sortenanteile (in Prozent der Erntemasse bei Ta und Fi) = Verjüngungshiebe

(Eingeschlagene Masse je Baumart s.Abb.8, 14 und 19)

Hieb:	Stammholz Kl. 2	3	4	5	6	insges.	Industrieholz insges.
Vorbereitungshieb:							
Femelschlag:	-	-	15	30	50	95	5
Schirmschlag:	-	5	20	40	30	95	5
1. Lichtungshieb/Besamungshieb							
Femelschlag:	-	-	15	30	50	95	5
Schirmschlag:	-	10	35	30	15	90	10
2.Lichtungshieb/Lichtungshieb							
Femelschlag:	-	-	15	30	50	95	5
Schirmschlag:	-	5	20	45	25	95	5
Lichtungs- und Umsäumungshieb / Nachlichtungshieb							
Femelschlag:	-	-	20	35	35	90	10
Schirmschlag:	-	5	20	45	25	95	5
Weiterer Lichtungs- u. Umsäumungshieb / Räumungshieb							
Femelschlag:	-	-	20	35	35	90	10
Schirmschlag:	-	5	20	45	25	95	5
Nachhieb: Femelschlag:	-	-	20	35	35	90	10
Räumungshieb: Femelschlag:	-	-	15	30	50	95	5

(Eingeschlagene Masse und prozentuale Sortenaufteilung bei der Bu, s. Abb. 9, 15 und 20)

5. Betriebsarbeiten

Um die bei den einzelnen Modellen festgelegten Ziele zu erreichen, sind i.d.R. bestimmte Betriebsarbeiten erforderlich. Sie können zumeist in unterschiedlicher Art und Weise, d.h. nach verschiedenen Verfahren ausgeführt werden.
Die Betriebsarbeiten lassen sich zu Gruppen zusammenfassen. Die Gruppeneinteilung ist variabel. Bei einer groben und vereinfachten Darstellung können unterschieden werden:

- Holzernte
  - Holzeinschlag
  - Entrindung
  - Rücken
- Sonstige Betriebsarbeiten

Gemessen am Zeitaufwand, stellt die Holzernte den bedeutsamsten Komplex dar. Holzeinschlagsarbeiten kommen, außer im nicht überschirmten Jungbestand, in den meisten Perioden vor. Das Rücken des eingeschlagenen Holzes ist zwangsläufig damit verbunden. Die Entrindung befindet sich hinsichtlich Art und Ort der Durchführung z.Zt. in einem Übergangsstadium. Sie ist bei der Mehrzahl der Forstbetriebe noch in die Aufarbeitung des Holzes integriert und wird daher auch als manuell durchgeführte Teilarbeit in der Holzerntekalkulation berücksichtigt. Andererseits wird die Entrindung in der Praxis zunehmend mechanisiert und dann, vom SERIAS-Gerät abgesehen, nicht mehr im Bestand, sondern auf der Waldstraße oder im Werk durchgeführt. Damit gewinnt die Entrindung eine eigenständige Bedeutung, so daß sie als selbständige Gruppe der Betriebsarbeiten gelten kann. Alle übrigen Maßnahmen sind in der Gruppe der Sonstigen Betriebsarbeiten zusammengefaßt.

5.1 Holzernte

5.11 Holzeinschlag

Als Verfahren wurde, wie derzeit noch üblich, die Aufarbeitung mit EMS unterstellt, wobei das Schichtholz im Bestand vom Stammholz abgetrennt und gebündelt wird. Daraus läßt sich bereits das Rückeverfahren ableiten, nämlich gemeinsames Rücken von Stamm- und Industrieholz lang sowie separate Bringung der Schichtholzbündel.

Der Holzeinschlag wurde nach dem Holzerntetarif (HET) 1970 kalkuliert. Die Kontrolle der Ablochbelege, die Erstellung des Lochkartensatzes und die Durchführung der Rechenarbeiten übernahm freundlicherweise die EDV-Stelle der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg in Stuttgart. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Bei den Ablochbelegen zum HET 1970 sind zu unterscheiden:

Flächenblatt (Nadelholz), s. Anlage 21 u. 22
Flächenblatt (Laubholz), s. Anlage 23
Langholz - Aufarbeitung, s. Anlage 23
Schichtholz - Aufarbeitung, s. Anlage 24
Massenblatt, s. Anlage 25

Sämtliche Ablochbelege mußten so gekennzeichnet werden, daß daraus ersichtlich war, ob sie zusammengehörten, und welche Betriebsform, Periode bzw. Alter und welchen Hieb sie betrafen. Außerdem mußte kenntlich gemacht werden, ob die bei der Holzernte anfallenden Teilarbeiten auf derselben Fläche durchgeführt wurden oder nicht.

Die Zugehörigkeit der Ablochbelege zueinander wurde durch Angabe einer gleichlautenden Lfd. Nr. gewährleistet. Für die verschiedenen Betriebsformen wurde der folgende Schlüssel verwendet.

Besondere Hiebsbedingungen

Art	Zuschlag in %

KA A FWJ 197 1

Flächenblatt

(Nadelholz)

Lfd.-Nr.	Betr.form	Periode	Alter	Hieb	Fläch-Nr.
0 0 1	0 1				0 1

Waldarbeiter Rotten-Nr. 0 1

Art der Ausgabe: 1 2

BHD-Verteilung

Baumart: T A

2 9	3 5	4 3	5 2	7 0

KA: B

0 4	0 2	0 3	0 3	0 6

Hangneigung in %: 2 5

Höhenlage: 0 8 O O

Bodenoberfläche: 1
- 1 = eben bis wellig oder muldig, Gräben unter 0,5 m
- 2 = Gräben von 0,5 bis 1 m, Rabatten von 0,3 bis 1 m
- 3 = Gräben, Rabatten ab 1 m, Geländeeinschnitte

Bodenüberlagerung: 1
- 1 = Steine auf 0 - 20 % d. Hiebsfläche
- 2 = Steine auf 21 - 40 % d. Hiebsfläche
- 3 = Steine auf 41 - 60 % d. Hiebsfläche
- 4 = Steine auf mehr als 60 % d. Hiebsfläche

Bodenbewuchs: 4
- 1 = 0 - 10 cm
- 2 = 11 - 25 cm
- 3 = 26 - 50 cm
- 4 = 51 - 100 cm
- 5 = 101 - 200 cm
- 6 = 201 - 300 cm

Anzahl Bäume (des ausscheid. Bestandes): 0 0 1 8

1 = Reinbestand/Kahlhieb, 2 = Mischbestand: 2

Massenanteil der oben genannten Baumart: 1 0 O

Astfreie Stammlänge in m: 1 0

Rindenzustand %
- Im Saft (bzw. trockene, lose Rinde): O
- Außer Saft: 100
- Festangetrocknet oder angefroren (aber noch schälbar): O

Besondere Hiebsbedingungen

Art	Zuschlag in %

KA A FWJ 197 1

Flächenblatt

(Nadelholz)

Lfd.-Nr.	Betr.form	Periode	Alter	Hieb	Fläch-Nr.
0 0 1	0 1				0 1

Waldarbeiter Rotten-Nr. 0 1

Art der Ausgabe: 1 2

BHD-Verteilung

Baumart: F I

2 6	3 1	4 1	4 9	5 8

KA: B

0 3	0 2	0 2	0 2	0 5

Hangneigung in %: 2 5

Höhenlage: 0 8 O O

Bodenoberfläche: 1
- 1 = eben bis wellig oder muldig, Gräben unter 0,5 m
- 2 = Gräben von 0,5 bis 1 m, Rabatten von 0,3 bis 1 m
- 3 = Gräben, Rabatten ab 1 m, Geländeeinschnitte

Bodenüberlagerung: 1
- 1 = Steine auf 0 - 20 % d. Hiebsfläche
- 2 = Steine auf 21 - 40 % d. Hiebsfläche
- 3 = Steine auf 41 - 60 % d. Hiebsfläche
- 4 = Steine auf mehr als 60 % d. Hiebsfläche

Bodenbewuchs: 4
- 1 = 0 - 10 cm
- 2 = 11 - 25 cm
- 3 = 26 - 50 cm
- 4 = 51 - 100 cm
- 5 = 101 - 200 cm
- 6 = 201 - 300 cm

Anzahl Bäume (des ausscheid. Bestandes): 0 0 1 4

1 = Reinbestand/Kahlhieb, 2 = Mischbestand: 2

Massenanteil der oben genannten Baumart: 1 0 O

Astfreie Stammlänge in m: 1 0

Rindenzustand %
- Im Saft (bzw. trockene, lose Rinde): O
- Außer Saft: 100
- Festangetrocknet oder angefroren (aber noch schälbar): O

Besondere Hiebsbedingungen

Art	Zuschlag in %

KA A FWJ 1971

Flächenblatt

(Nadelholz)

Lfd.-Nr.	Betr.form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.Nr.
001	01				02

Waldarbeiter Rotten-Nr. 01

12 Art der Ausgabe

BHD-Verteilung

Baumart TA

17

KA B 1 01

Hangneigung in % 25

Höhenlage 08

Bodenoberfläche:
1 = eben bis wellig oder muldig, Gräben unter 0,5 m
2 = Gräben von 0,5 bis 1 m, Rabatten von 0,3 bis 1 m
3 = Gräben, Rabatten ab 1 m, Geländeeinschnitte
1

Bodenüberlagerung:
1 = Steine auf 0 – 20 % d. Hiebsfläche
2 = Steine auf 21 – 40 % d. Hiebsfläche
3 = Steine auf 41 – 60 % d. Hiebsfläche
4 = Steine auf mehr als 60 % d. Hiebsfläche
1

Bodenbewuchs:
1 = 0 – 10 cm
2 = 11 – 25 cm
3 = 26 – 50 cm
4 = 51 – 100 cm
5 = 101 – 200 cm
6 = 201 – 300 cm
4

Anzahl Bäume (des ausscheid Bestandes) 0001

1 = Reinbestand/Kahlhieb
2 = Mischbestand
2

Massenanteil der oben genannten Baumart 10

Astfreie Stammlänge in m 03

Rindenzustand %

Im Saft (bzw trockene, lose Rinde)

Außer Saft 100

Festangetrocknet oder angefroren (aber noch schalbar)

Besondere Hiebsbedingungen

Art	Zuschlag in %

KA A FWJ 1971

Flächenblatt

(Nadelholz)

Lfd.-Nr.	Betr.form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.Nr.
001	01				02

Waldarbeiter Rotten-Nr. 01

12 Art der Ausgabe

BHD-Verteilung

Baumart TI

17

KA B 1 01

Hangneigung in % 25

Höhenlage 08

Bodenoberfläche:
1 = eben bis wellig oder muldig, Gräben unter 0,5 m
2 = Gräben von 0,5 bis 1 m, Rabatten von 0,3 bis 1 m
3 = Gräben, Rabatten ab 1 m, Geländeeinschnitte
1

Bodenüberlagerung:
1 = Steine auf 0 – 20 % d. Hiebsfläche
2 = Steine auf 21 – 40 % d. Hiebsfläche
3 = Steine auf 41 – 60 % d. Hiebsfläche
4 = Steine auf mehr als 60 % d. Hiebsfläche
1

Bodenbewuchs:
1 = 0 – 10 cm
2 = 11 – 25 cm
3 = 26 – 50 cm
4 = 51 – 100 cm
5 = 101 – 200 cm
6 = 201 – 300 cm
4

Anzahl Bäume (des ausscheid Bestandes) 0001

1 = Reinbestand/Kahlhieb
2 = Mischbestand
2

Massenanteil der oben genannten Baumart 10

Astfreie Stammlänge in m 03

Rindenzustand %

Im Saft (bzw trockene, lose Rinde)

Außer Saft 100

Festangetrocknet oder angefroren (aber noch schalbar)

Anlage 23

Flächenblatt

KA A FWJ 197 1

(Laubholz)

Lfd.-Nr.	Betr.form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.-Nr.
0 0 1	0 1				0 1

Waldarbeiter Rotten-Nr. 0 1

Besondere Hiebsbedingungen

Art	Zuschlag in %

1 2 Art der Ausgabe

BHD-Verteilung

Baumart B U

20 33 43

KA B

05 01 01

Hangneigung in % 2 5

Anzahl Bäume (des ausscheid Bestandes) 0 0 0 7

Höhenlage 0 8 0 0

1 = Reinbestand/Kahlhieb
2 = Mischbestand 2

Bodenoberfläche
1 = eben bis wellig oder muldig Gräben unter 0,5 m
2 = Gräben von 0,5 bis 1 m Rabatten von 0,3 bis 1 m
3 = Gräben, Rabatten ab 1 m Geländeeinschnitte 1

Massenanteil der obengenannten Baumart 1 0 0

Bodenüberlagerung:
1 = Steine auf 0 - 20 % d. Hiebsfläche
2 = Steine auf 21 - 40 % d. Hiebsfläche
3 = Steine auf 41 - 60 % d. Hiebsfläche
4 = Steine auf mehr als 60 % d. Hiebsfläche 1

1 = ohne Laub (bzw mit trockenem Laub)
2 = mit Laub (mit grünem Laub) 1

Kronenlänge:
1,0 = bis 1/4
2,0 = über 1/4 bis 1/2
3,0 = über 1/2
der Baumlänge 2 0

Bodenbewuchs:
1 = 0 — 10 cm
2 = 11 — 25 cm
3 = 25 — 50 cm
4 = 51 — 100 cm
5 = 101 — 200 cm
6 = 201 — 4

Wasserreiser/Klebäste
1,0 = keine oder wenige schwächere
2,0 = mehrere oder stärkere
3,0 = zahlreiche 1 0

Langholz-Aufarbeitung

KA C FWJ 197 1

Lfd.-Nr.	Betr.form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.-Nr.
0 0 1	0 1				0 1

Waldarbeiter-Rotten-Nr. 0 1

Baumarten:	T A	F I	B U	B U
Langholz-Sorten:	X 1	X 1	X 1	J L
1 = entrindet 2 = unentrindet 3 = gestreift 4 = nachträglich entrindet	2 1	2 1	2	2
BHD-Bereich	von bis	von bis	von bis	von bis
Langholz-Durchmesser-Bereich	2 2 5 1	2 2 4 6	2 0 4 0	1 0

Teilarbeitenkombinationen und Bezugseinheiten

Schlüssel für Bezugseinheiten
1 = pro Baum
2 = pro EFm.o.R.

1 Fällvorgang (Baumaufs + Fallen + Beob. b. Fallen + Zufallbringen mit Wendehak. u. and.)	2	2	2	2
2 Entasten (einschl. Wenden)	2	2	2	2
3 Entrinden (bzw. Streifen v. Stangen)	0 2	0 2	0	0
4 Vermessen	2	2	2	0
5 Einschneiden	2	2	2	0
6 Mittenring anlegen (Schalmen)	0	0	0	0
7 Entrinden nachtragl. (einschl. Baumaufs. und Wenden)	0	0	0	0
8. Vorliefern lang (nur bei Stangen, Grubh. lg. Industrieholz lang)	0	0	0	0

Vorliefern lang

	Massenanteil	Entfernung
Bergab		
Eben		

Anlage 24

Schichtholz-Aufarbeitung

KA D FWJ 197 1

Lfd.-Nr.	Betr.-form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.-Nr.
0 0 1	0 1				0 1

Waldarbeiter-Rotten-Nr.: 0 1

Baumarten:	T A	F 1		
Schichtholz-Sorten: 1 = entrindet, 2 = unentrindet, 4 = nachträglich entrindet	Y 3	Y 3		
	2 1	2 1		
Rollenlänge:	1 0 0	1 0 1		
BHD-Bereich	von 0 7 bis 2 2	von 0 7 bis 2 2	von bis	von bis
Schichtholz-Durchmesser-Bereich (im Nadelholz)				
Aufarbeitungsgrenze (im Laubholz)				

Teilarbeitenkombinationen und Bezugseinheiten

Schlüssel für Bezugseinheiten
1 = pro Baum
2 = pro EFm.o.R.
5 = pro Rm

Schlüssel für Schichtholzlagerung
1 = Setzen bis 1,5 m Stoßhöhe
2 = Bündeln
3 = Setzen ab 1,5 m Stoßhöhe
4 = Ablegen in Rauhbeigen
5 = Ablegen in Rauhbeigen + Setzen bis 1,5 m Stoßhöhe
6 = Ablegen in Rauhbeigen + Setzen ab 1,5 m Stoßhöhe

1. Fällvorgang (= Baum aufs., = Fällen + Beob. b. Fällen + Zufallbringen mit Wendehakum)	0	0		
2. Entasten (einschl. Wenden)	2	2		
3. Entrinden	0 2	0 2		
4. Vermessen	2	2		
5. Einschneiden	2	2		
6. Spalten	0	0		
7. Entrinden nachträgl.	0	0		
8. Vorliefern lang	0	0		
9. " " kurz	2	2		
10. Schichtholzlagerung	2	2		

Vorliefern lang	Massenanteil	Entfernung
Bergab		
Eben		

Vorliefern kurz	Massenanteil	Entfernung
Bergab	1 0	2 0
Eben		
Bergauf		

Schichtholz-Aufarbeitung

KA D FWJ 197 1

Lfd.-Nr.	Betr.-form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.-Nr.
0 0 1	0 1				0 2

Waldarbeiter-Rotten-Nr.: 0 1

Baumarten:	T A	F 1		
Schichtholz-Sorten: 1 = entrindet, 2 = unentrindet, 4 = nachträglich entrindet	Y 3	Y 3		
	2 1	2 1		
Rollenlänge:	1 0 0	1 0 1		
BHD-Bereich	von bis	von bis	von bis	von bis
Schichtholz-Durchmesser-Bereich (im Nadelholz)	0 7 1 8	0 7 1 7		
Aufarbeitungsgrenze (im Laubholz)				

Teilarbeitenkombinationen und Bezugseinheiten

Schlüssel für Bezugseinheiten
1 = pro Baum
2 = pro EFm.o.R.
5 = pro Rm

Schlüssel für Schichtholzlagerung
1 = Setzen bis 1,5 m Stoßhöhe
2 = Bündeln
3 = Setzen ab 1,5 m Stoßhöhe
4 = Ablegen in Rauhbeigen
5 = Ablegen in Rauhbeigen + Setzen bis 1,5 m Stoßhöhe
6 = Ablegen in Rauhbeigen + Setzen ab 1,5 m Stoßhöhe

1. Fällvorgang (= Baum aufs., = Fällen + Beob. b. Fällen + Zufallbringen mit Wendehakum)	2	2		
2. Entasten (einschl. Wenden)	2	2		
3. Entrinden	0 2	0 2		
4. Vermessen	2	2		
5. Einschneiden	2	2		
6. Spalten	0	0		
7. Entrinden nachträgl.	0	0		
8. Vorliefern lang	0	0		
9. " " kurz	2	2		
10. Schichtholzlagerung	2	2		

Vorliefern lang	Massenanteil	Entfernung
Bergab		
Eben		

Vorliefern kurz	Massenanteil	Entfernung
Bergab	1 0	2 0
Eben		
Bergauf		

Massenblatt

KA E FWJ 197 1

Lfd.-Nr.	Betr.-form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.-Nr.
001	01				01

Waldarbeiter Rotter-Nr. 01

LANGHOLZ

Baumart	T A	F I	B U	B U
Langholz-Sorte	X 1	X 1	X 1	J L
Entrindet = 1, Unentrindet = 2, Gestreift = 3, nachträgl. entr. = 4	2 1	2 1	2	2
Menge in EFm.o.R.	0 3 9 5 2	0 1 8 2 4	0 0 0 9 6	0 0 2 2 4
Durchschnittl. Langholz-Länge	2 7	1 7	1 1	0 8
Baumanzahl/Anzahl Langholz-Stücke	0 0 1 8	0 0 1 4	0 0 0 2	0 0 0 5
Anzahl Stangenstapel				
lfd. m Langholz				

SCHICHTHOLZ

Baumart	T A	F I		
Schichtholz-Sorte	Y 3	Y 3		
Entrindet = 1, Unentrindet = 2, nachträgl. entr. = 4	2 1	2 1		
Rollenlänge	1 0 0	1 0 1		
Menge in Rm	0 0 2 5	0 0 1 2		
Menge in EFm.o.R.	0 0 1 9 6	0 0 0 9 0		
Anteil des gespalt. Holzes %				
Anzahl Stöße bis 1,5m Höhe				
Anzahl Stöße ab 1,5m Höhe				
Anzahl Bündel	0 0 2	0 0 1		
lfd. m Schichtholz				

Massenblatt

KA E FWJ 197 1

Lfd.-Nr.	Betr.-form	Periode	Alter	Hieb	Fläch.-Nr.
001	01				02

Waldarbeiter Rotten-Nr. 01

LANGHOLZ

Baumart				
Langholz-Sorte				
Entrindet = 1, Unentrindet = 2, Gestreift = 3, nachträgl. entr. = 4				
Menge in EFm.o.R.				
Durchschnittl. Langholz-Länge				
Baumanzahl/Anzahl Langholz-Stücke				
Anzahl Stangenstapel				
lfd. m Langholz				

SCHICHTHOLZ

Baumart	T A	F I		
Schichtholz-Sorte	Y 3	Y 3		
Entrindet = 1, Unentrindet = 2, nachträgl. entr. = 4	2 1	2 1		
Rollenlänge	1 0 0	1 0 1		
Menge in Rm	0 0 0 2	0 0 0 1		
Menge in EFm.o.R.	0 0 0 1 2	0 0 0 0 6		
Anteil des gespalt. Holzes %				
Anzahl Stöße bis 1,5m Höhe				
Anzahl Stöße ab 1,5m Höhe				
Anzahl Bündel	0 0 1	0 0 1		
lfd. m Schichtholz				

Anlage 25

1 = Plenterbetrieb
2 = Femelschlagbetrieb
3 = Zonenschirmschlag
4 = Kahlschlagbetrieb

Die Periode wurde durch die Nummer der begrenzenden Teilziele gekennzeichnet, während beim Alter, Hieb und der Flächen-Nr. die entsprechenden Zahlen eingetragen wurden.

Demnach bedeutet z.B. der Schlüssel 007 04 56 115 03 01, daß es sich um die Ablochbelege mit der Lfd.-Nr. 7 für den Kahlschlagbetrieb handelt, und zwar um die Periode zwischen den Teilzielen 5 und 6. Zur Zeit der Holzernte ist der Bestand 115jährig und wird innerhalb der Periode bereits zum 3. Mal (Hieb Nr. 3) genutzt, wobei die Aufarbeitung auf derselben Fläche (Nr. 1) geschieht. Beim Plenterbetrieb ist die Angabe der Periode, des Bestandesalters und der Hiebs-Nr. nicht notwendig und konnte daher entfallen.

5.111 Flächenblatt

Die wichtigsten Eingabedaten beim Flächenblatt (Nadelholz und Laubholz) sind der BHD ($d_{1,3}$) der ausscheidenden Stämme und die zugehörige Stückzahl. Dabei schien eine Differenzierung nach Betriebsformen vonnöten. Sie wurde beim Nadelholz durchgeführt, jedoch bei der Bu wegen ihres geringen Anteils unterlassen.
In Ermangelung einer genügenden Anzahl zutreffender Hiebsergebnisse wurden der BHD und die Stückzahl theoretisch hergeleitet. Dabei handelt es sich im Gegensatz zur Klupplliste der Praxis um die durchschnittlichen BHD der Langholzklassen. Die Herleitung erfolgte beim Stammholz und Industrieholz lang auf verschiedenen Wegen. Sie soll nachstehend am Beispiel des Plenterbetriebes beschrieben werden.

5.111.1 Nadel-Stammholz

Beim Nadelholz wurde zur Ermittlung des $d_{1,3}$ m.R. zunächst vom Mittendurchmesser ohne Rinde (dm o.R.) ausgegangen. Aus den Arbeiten von LÖFFLER (1961) ist der Mittendurchmesser von Durchschnittsstämmen für die einzelnen Homaklassen bekannt. Seither ist zwar die neue Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz vom 31.7. 1969 in Kraft getreten. Danach haben sich jedoch nur die Maße für die 1. Langholzklasse geändert. Diese kommt jedoch bei den Modellen nicht vor, so daß die Angaben von LÖFFLER nach wie vor Gültigkeit haben.
Zur Herausarbeitung von Betriebsformunterschieden müssen diese Werte jedoch differenziert werden. Nach ZIMMERLE (1950/51) erreichen z.B. Plenterwaldstämme die nächsthöhere Homaklasse erst bei einem stärkeren BHD als im schlagweisen Hochwald. Diese "Überhöhung" gilt abgeschwächt auch für die bezüglichen Durchmesser in größerer Höhe am Stamm. MITSCHERLICH (1963) gibt für die Überhöhung bei der Ta 3 - 5 cm, bei der Fi 1 - 2 cm an. Deshalb wurde folgende pauschale Erhöhung des dm gegenüber Kahlschlagverhältnissen vorgenommen.

	Fi	Ta	
Plenterbetrieb	1,5 cm	4 cm	(Mittel der obigen Werte)
Femelschlagbetrieb	1,0 cm	2,5 cm	
Zonenschirmschlag	0,5 cm	1,5 cm	

Für den Plenterbetrieb sind in der Anlage 26 der Mittendurchmesser o.R., die durchschnittliche Stammholzlänge und der mittlere Stamminhalt (m^3 o.R.) pro Ta- bzw. Fi-Langholzklasse zu finden.

Mit Hilfe des Formquotienten q_2 (Verhältnis von dm zu $d_{1,3}$) ist es möglich, nach der Formel $\frac{dm \times 100}{q_2} = d_{1,3}$ vom Mitten-

Plenterwald

Abmessungen von Fi- und Ta-Stammholz o.R.

Fi

Lgh.-Klasse (HS)	durchschnittl. Inhalt je Stamm (m^3 o.R.)	durchschnittl. Länge je Stamm (m)	Mittendurchmesser je Stamm (cm o.R.)
2	0,336	12,51	18,5
3	0,549	15,26	21,4
4	1,114	18,62	27,6
5	1,815	20,72	33,4
6	2,478	20,43	39,3

Ta

2	0,442	13,00	20,8
3	0,815	16,59	25,0
4	1,374	19,44	30,0
5	2,261	22,09	36,1
6	4,359	24,09	48,0

Pauschale Erhöhung des Mittendurchmessers gegenüber Kahlschlagverhältnissen.

bei der Fi um 1,5 cm

" " Ta " 4 cm

durchmesser auf den BHD zu schließen. ZIMMERLE (1950/51) hat entsprechende Formquotienten angegeben. Für die Berechnung wurde q_2 wegen der Differenz zwischen Stammholzlänge und Baumhöhe und der dadurch bedingten, geringfügigen Verschiebung des Mittendurchmessers meist der nächsthöheren Höhenklasse entnommen. Die verwendeten Formquotienten und errechneten Brusthöhendurchmesser sind aus der Anlage 27 ersichtlich.

Der $d_{1,3}$ ist Eingangsgröße sowohl bei den Rindenstärkentabellen für die Ta von ALTHERR (1963), als auch bei denen für die Fi von EH (1961). Aus diesen Tabellen kann die doppelte Rindenstärke für verschiedene Höhen am Stamm abgelesen werden. Die auf diese Weise für dm und $d_{1,3}$ ermittelten, doppelten Rindenstärken wurden den obigen Durchmessern (ohne Rinde) zugeschlagen. Eine Differenzierung der Rindenstärken nach Betriebsformen wurde wegen zu geringer Unterschiede vernachlässigt. Für den Plenterbetrieb sind sowohl die doppelte Rindenstärke in 1,3 m Höhe als auch der BHD m.R. aus Anlage 27 zu entnehmen.

Während der $d_{1,3}$ m.R. direkt in das Flächenblatt (Nadelholz) des HET eingetragen wurde, diente der Mittendurchmesser m.R. zur Berechnung des durchschnittlichen Stammvolumens m.R. pro Langholzklasse. Die Berechnung erfolgte nach der Walzenformel $(\frac{dm}{2})^2 \cdot \pi \cdot l$. Dabei wurden für alle Betriebsformen die Durchschnittslängen der einzelnen Stammholzklassen nach LÖFFLER (1961) unterstellt.

An Hand der ermittelten Stückmassen läßt sich nun prüfen, ob beispielsweise beim Plenterbetrieb auf Grund der geschilderten Herleitung Unterschiede zum schlagweisen Hochwald (Kahlschlagbetrieb) bestehen. Dies ist tatsächlich der Fall, wie die zahlenmäßige Gegenüberstellung (Anlage 28) zeigt.

Plenterwald

Fichte

Handelskl. HS.	dm o.R. (cm)	q_2 (%) $\frac{dm \times 100}{d_{1,3}}$	$d_{1,3}$ o.R. (cm)	Doppelte Rindenstärke (cm) bei 1,3 m Höhe	$d_{1,3}$ m.R. (cm)
2	18,5	74	25,0	1,27	26,27 ~ 26,3 ~ 26
3	21,4	73	29,3	1,39	30,69 ~ 30,7 ~ 31
4	27,6	71	38,9	1,58	40,48 ~ 40,5 ~ 41
5	33,4	70	47,7	1,67	49,37 ~ 49,4 ~ 49
6	39,3	70	56,1	1,83	57,93 ~ 57,9 ~ 58

Tanne

2	20,8	76	27,4	1,7	29,1 ~ 29
3	25,0	75	33,3	1,9	35,2 ~ 35
4	30,0	74	40,5	2,4	42,9 ~ 43
5	36,1	73	49,5	2,9	52,4 ~ 52
6	48,0	72,5	66,2	3,5	69,7 ~ 70

Anlage 28

Durchschnittlicher Inhalt je Stamm

	Schlagw. Hochwald		Plenterwald	
Fi				
Lgh.-Kl.	fm m.R.	%	fm m.R.	%
2	0,325	100	0,383	117,8
3	0,539	100	0,617	114,5
4	1.106	100	1.230	111,2
5	1.815	100	1.994	109,9
6	2.491	100	2.698	108,3
Ta				
2	0,334	100	0,508	152,1
3	0,660	100	0,936	141,8
4	1,189	100	1.573	132,3
5	2.041	100	2.585	126,7
6	4.162	100	4.960	119,2

5.111.2 Bu-Stammholz

Bei der Ermittlung von BHD und Stückmasse für die einzelnen Stammholzklassen der Bu gingen wir von den Mittenstärken der Handelsklassensortierung (HKS) aus und unterstellten jeweils folgende Stammlängen:

	dm (cm m.R.)	l (Stammholzlänge in m)	Stck. pro Baum
Stammholzklasse 2:	24,5	8 - 10	1
" 3:	34,5	10 - 12	1
" 4:	44,5	(10-12)+2,6=12,6-14,6 zusätzlich eine 2,6 m lange Schwelle	2
" 5:	54,5	(10-12)+5,2=15,2-17,2 zusätzlich eine 5,2 m (= zwei 2,6 m) lange Schwelle (n)	2

Bei bekanntem Mittendurchmesser und bekannter Stammholzlänge läßt sich der $d_{1,3}$ abschätzen, wenn angenommen wird, daß der Durchmesser um 1,5 cm pro lfdm. Stammlänge zu- bzw. abnimmt. Im Falle der Stammholzklasse 3 würde sich beispielsweise folgender Durchmesser ergeben

$$d_{1,3} = dm + \left(\frac{\text{Stammlänge}}{2} \times 1{,}5\right)$$
$$= 34{,}5 + (5{,}5 \cdot 1{,}5)$$
$$= 34{,}5 + 8{,}25$$
$$= 42{,}75 \text{ cm}$$

Der $d_{1,3}$ liegt somit im Rahmen von 40 - 45 cm. Unterstellt man einen mittleren Wert, so kann dieser in das Flächenblatt (Laubholz) des HET eingetragen werden.

Die oben angegebenen Mittendurchmesser und Stammholzlängen wurden zur Berechnung des Stammholzvolumens ($V_{Sth.}$) verwendet. Die Berechnung erfolgte ebenfalls nach der Walzenformel. Anschließend wurde das Mittel zwischen den Volumina beispielsweise bei 10 und 12 m Stammlänge (Stammholzklasse 3) gebildet, womit auch für die Bu die Stückmasse bekannt war.

5.111.3 Herleitung der Stückzahl beim Stammholz

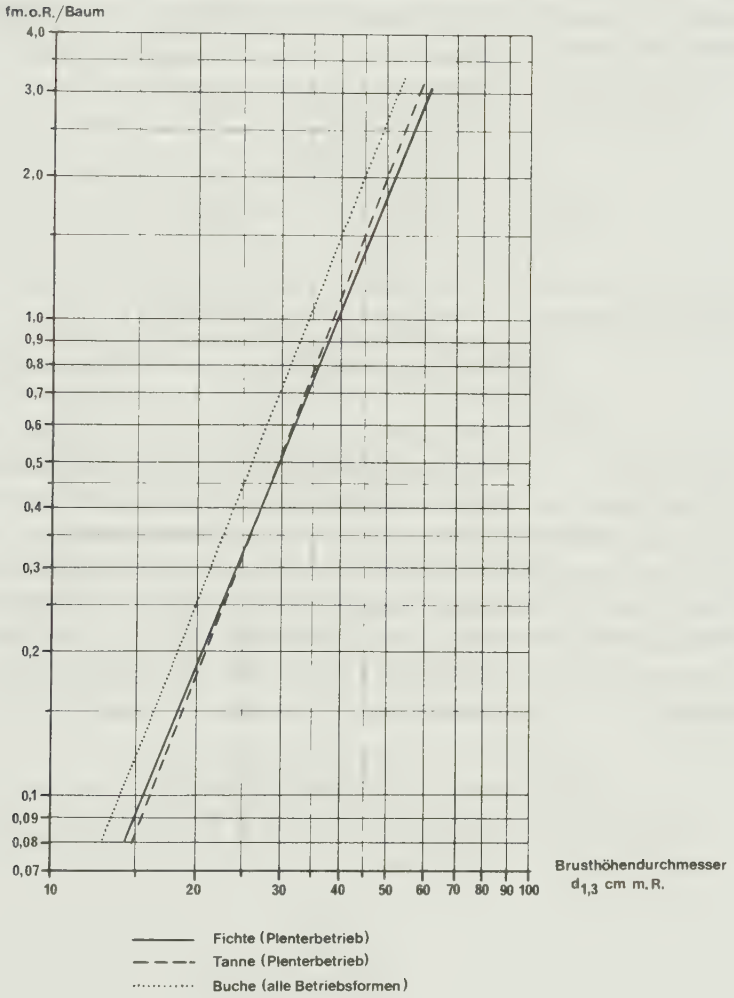
Sowohl beim Nadel- als auch beim Laubholz war auf Grund der Modellbildung für jeden Hieb die gesamte Einschlagsmasse in Efm_D ermittelt worden. Diese für jede Baumart vorgegebene Hiebsmenge wurde durch der Praxis entstammende Prozentwerte in Sorten und Klassen unterteilt. Daraus ergab sich die absolute Masse pro Sorte und Klasse. Dividiert man diese durch die Stückmasse, d.h. den mittleren Stamminhalt jeder Langholzklasse, so kommt man zur Stückzahl, der gesuchten Größe für die Eintragung ins Flächenblatt.

5.111.4 Industrieholz

Auch beim Industrieholz (IH) aus Einzelstämmen sind für die Eintragung ins Flächenblatt der BHD und die Stückzahl erforderlich. Der Weg zur Herleitung dieser Daten ist beim Nadel- und Laubholz nicht grundsätzlich verschieden. Aus den Berechnungen der Abschnitte 5.111.1 und 5.111.2 konnten für Ta/Fi und Bu die Stückmassen des stärkeren BHD-Bereichs über dem $d_{1,3}$ aufgetragen werden. Im doppeltlogarithmischen Koordinaten-Netz (s. Abb. 22) strecken sich die Kurven zu Geraden, so daß eine hinlänglich sichere Extrapolation

Abb. 22

Verwertetes Volumen je Stamm
(Stückmasse)



in den schwächeren BHD-Bereich möglich war. Bei bekanntem BHD kann nun die Stückmasse direkt abgelesen werden. Der Einfachheit halber wurde bei allen Betriebsformen für bestimmte Altersstufen jeweils nur ein mittlerer $d_{1,3}$ angenommen, und zwar bei

Ta und Fi	im Alter	40 - 70	von	14 cm
	" "	75	"	15 "
	" "	80 - 110	"	17 "
	" "	115	"	18 "
	für die Endnutzung		"	20 "

Für die Bu lauten die entsprechenden BHD-Werte

im Alter	60 - 75	=	18 cm
" "	100	=	20 "
darüber		=	22 "

An Hand der auf diese Weise ermittelten Stückmasse läßt sich die Stückzahl errechnen, wenn die Menge des Industrieholzes aus Einzelstämmen bekannt ist.
Zur Herleitung der Industrieholzmasse aus Einzelstämmen wurde an Hand von Informationen aus der Praxis und im Anhalt an LÖFFLER (1961) bei allen Betriebsformen ein einheitlicher, prozentualer Stammholzanteil für Fi und Ta unterstellt, nämlich:

bei Langholzklasse	2	=	85 %
" "	3	=	90 %
" "	4	=	93 %
" "	5	=	95 %
" "	6	=	97 %

Sodann wurde der Sortenzusammenstellung (s. Anlage 29) die absolute Stammholzmenge pro Klasse entnommen und durch den zugehörigen Stammholzanteil dividiert. Daraus ergibt sich für jede Klasse die Derbholzmasse insgesamt. Von dieser wurde anschließend die Stammholzmenge subtrahiert. Der verbleibende Wert stellt die Menge des Industrieholzes aus dem Gipfelbereich dar. Diese wurde für alle Stammholzklassen addiert und die Summe von der bereits zuvor festgelegten IH-Menge insgesamt subtrahiert. Die Differenz ergibt das Industrieholz aus Einzelstämmen (s. Anlage 30, Beispiel für die Ta). Dividiert man dieses durch die Stückmasse (Ablesung aus Abb. 22 mit Hilfe des im betreffenden Alter geltenden $d_{1,3}$), so erhält man die gesuchte Stückzahl.

Beim Plenterbetrieb wird angenommen, daß das Industrieholz aus Einzelstämmen dem Schwach- und Mittelholz angehört und ca. 100-jährig ist. Für die Altersspanne 80 - 110 wurde für das Nd.-IH ein $d_{1,3}$ von 17 cm unterstellt. Die bei der Ta ermittelten 0,13 Efm_D IH aus Einzelstämmen (s. Anlage 30) entsprechen somit ungefähr einem Stamm mit diesem $d_{1,3}$.
Der Stammholzanteil bei der Bu wurde rechnerisch hergeleitet. Dazu wurden die Mittelhöhen der Ertragstafel entnommen. Mit einer durchschnittlichen Formzahl von 0,48 bei Stammholzklasse 2 und 3 sowie 0,50 bei Stammholzklasse 4 und 5 wurde sodann das Baumvolumen (V_B) nach der Formel $\left(\frac{d_{1,3}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot h \cdot f$ errechnet. Setzt man das bereits zuvor ermittelte Stammholzvolumen ($V_{Sth.}$) zum Baumvolumen (V_B) in Beziehung, so erhält man den prozentualen Anteil des ersteren (Stammholzanteil). Die errechneten Werte wurden nach oben aufgerundet und lauten:

Anlage 29

Betriebsform: Plenterbetrieb

Periode (Altersgrenzen):

Hieb: alle 10 Jahre Hiebsmenge (absolut): Vfm_D m.R.: 80 Efm_D m.R.: 72 Efm_D o.R.: 64

		(Ta)-Anteil in %: 65 abs.: Efm_D m.R.: 46,80 " o.R.: 41,60				(Fi)-Anteil in %: 30 abs.: Efm_D m.R.: 21,60 " o.R.: 19,20				(Bu)-Anteil in %: 5 abs.: Efm_D m.R.: 3,60 " o.R.: 3,20			
Sorte		Sortenanteil		je Sorte		Sortenanteil		je Sorte		Sortenanteil		je Sorte	
		%	absolut	Stückmasse	Stückzahl	%	absolut	Stückmasse	Stückzahl	%	absolut	Stückmasse	Stückzahl
Stammholz insges.	Efm m.R.	95	44,46			95	20,52			30	1,08		
	" o.R.	95	39,52			95	18,24			30	0,96		
Kl. 2	Efm m.R.	5	2,22	0,508	4,37 ~ 4	5	1,03	0,383	2,69 ~ 3	33	0,36	0,424	0,849 ~ 1
	" o.R.	5	1,98	0,442	4,48 ~ 4	5	0,91	0,336	2,71 ~ 3	33	0,32		
Kl. 3	Efm m.R.	5	2,22	0,936	2,37 ~ 2	5	1,02	0,617	1,65 ~ 2	67	0,72	1,028	0,700 ~ 1
	" o.R.	5	1,97	0,815	2,42 ~ 2	5	0,91	0,549	1,66 ~ 2	67	0,64		
Kl. 4	Efm m.R.	10	4,45	1,573	2,83 ~ 3	10	2,05	1,230	1,67 ~ 2				
	" o.R.	10	3,95	1,374	2,87 ~ 3	10	1,82	1,114	1,63 ~ 2				
Kl. 5	Efm m.R.	15	6,67	2,585	2,58 ~ 3	15	3,08	1,994	1,54 ~ 2				
	" o.R.	15	5,93	2,261	2,62 ~ 3	15	2,74	1,815	1,51 ~ 2				
Kl. 6	Efm m.R.	65	28,90	4,960	5,83 ~ 6	65	13,34	2,698	4,94 ~ 5				
	" o.R.	65	25,69	4,359	5,89 ~ 6	65	11,86	2,478	4,79 ~ 5				
ndustrieholz	Efm m.R.	5	2,34			5	1,08			70	2,52		
inges.	" o.R.	5	2,08			5	0,96			70	2,24		
ndustrieh.	Efm m.R.		0,13				0,07				1,49		
Einzel-stämme)	" o.R.		0,12	0,120	1		0,06	0,125	0,48 ~ 1		1,34	0,26	5,15 ~ 5
Schichtholz	Efm m.R.												
	" o.R.												
	Efm m.R.												
	" o.R.												

Anlage 30

Betriebsform: Plenterbetrieb Periode:

Hieb: alle 10 Jahre Alter:

Baumart: Ta

Stammholzsorte	Sortenanteil (Efm$_{\delta}$ m.R.)	Stammholz %	Derbholz insgesamt (Efm$_{\delta}$ m.R.)	JH aus Gipfel (Efm$_{\delta}$ m.R.)
1	2	3	4 (Sp. 2 : 3)	5 (Sp. 4-2)
Kl. 2	2,22	0,85	2,61	0,39
Kl. 3	2,22	0,90	2,47	0,25
Kl. 4	4,45	0,93	4,78	0,33
Kl. 5	6,67	0,95	7,02	0,35
Kl. 6	28,90	0,97	29,79	0,89
Σ	44,46		46,67	2,21

Ind. holz insges.: 2,34 (Efm$_{\delta}$ m.R.) - Σ Sp. 5 = 0,13 (Efm$_{\delta}$ m.R.) JH aus Einzelstämmen

bei Langholzklasse	2	=	45 %
" "	3	=	55 %
" "	4	=	60 %
" "	5	=	65 %

Damit standen auch Anteil und Menge des Bu-Industrieholzes lang aus dem Gipfelbereich fest. Die Industrieholzmenge aus Einzelstämmen und die Stückzahl wurden wie beim Nadelholz ermittelt.

5.111.5 Weitere Daten

Außer dem BHD und der Stückzahl sind im Flächenblatt des HET noch weitere Angaben zu machen. Diese sind nachstehend aufgeführt. Die Erklärung der einzelnen Daten ist zum größten Teil auf dem Flächenblatt angegeben.

Besondere Hiebsbedingungen = 14 : Extrem bodennaher Fällschnitt beim Kahlschlagbetrieb im Alter 130 (Abtrieb)

Hangneigung in % = 25

Höhenlage = 800 (m)

Bodenoberfläche = 1

Bodenüberlagerung = 1

Anzahl Bäume = Summe Stückzahl

Mischbestand = 2

Massenanteil = 100

Rindenzustand (außer Saft) = 100

Ohne Laub = 1

Wasserreiser / Klebäste = 1,0 (bei allen Betriebsformen gleich)

Kronenlänge = 10 (Kahlschlagbetrieb, Zonenschirmschlag)
= 20 (Plenterbetrieb, Femelschlagbetrieb)

Astfreie Stammlänge)
Bodenbewuchs) bei den einzelnen Betriebsformen nach dem Alter gestaffelt, s. Anlage 31

Anlage 31

Zusammenstellung von HET - Daten

Betriebsform	Periode	Alter	Hieb	Astfreie Stammlänge in m bei Ta und Fi		Bodenbewuchs	Vorlieferdistanz (m)
				Stammholz	IH		
1. Plenterbetrieb				10	03	4	20
2. Femelschlagbetrieb	3/4	45 - 60 j.	1	00	00	1	10
	4/5	60 - 85 j. (ca. 65 j.)	1	02	00	1	12
	4/5	60 - 85 j. (ca. 75 j.)	2	04	02	1	11
	5/6	85 -115 j. (ca. 85 j.)	1	06	04	2	11
	5/6	85 -115 j. (ca. 100 j.)	2	06	04	2	11
	6/0	115 j.	Vorbereitungshieb	08	05	2	16
	6/0	123 j.	1. Lichtungshieb	10	05	2	15
	6/0	130 j.	2. Lichtungshieb	10	05	3	16
	6/0	135 j.	Lichtungs- und Umsäumungshieb	08	05	3	12
	6/0	140 j.	Weiterer Lichtungs- u. Umsäumungshieb	10	05	4	12
	6/0	145 j.	Nachhieb	12	05	4	12
	6/0	150 j.	Räumungshieb	12	05	4	17

noch Anlage 31

Betriebsform	Periode	Alter	Hieb	Astfreie Stammlänge in m bei Ta und Fi		Bodenbewuchs	Vorlieferdistanz (m)
				Stammholz	IH		
3. Zonenschirmschlagbetrieb I-III=Kennzeichnung der Verjüng.Flächen V,B,L,NL,R=Kennzeichnung der Verjüngungshiebe	3/4	40 - 55 j.	1	00	00	1	9
	4/5	55 - 85 j. (ca. 60 j.)	1	02	00	1	9
	4/5	55 - 85 j. (ca. 70 j.)	2	04	02	1	11
	5/6	85 -115 j. (ca. 85 j.)	1	04	02	1	12
	5/6	85 -115 j. (ca. 100 j.)	2	06	04	2	11
	6/0	115 j.	II = V	06		2	18
	6/0	120 j.	I=V,II=B,III=V	08	05	2	Verj.Fl. I = 18 " " II = 10 " " III = 18
	6/0	125 j.	I=B, III=B				Verj.Fl. I = 10 " " III = 10
	6/0	130 j.	II=L	08		3	Verj.Fl. II = 15
	6/0	135 j.	I=L,II=NL,III=L	10		3	Verj.Fl. I = 15 " " II = 16 " " III = 15
	6/0	140 j.	I=NL,II=R,III=NL	10		4	Verj.Fl. I = 16 " " II = 16 " " III = 16
	6/0	145 j.	I=R, III=R				Verj.Fl. I = 16 " " III = 16
4. Kahlschlagbetrieb	3/4	35 - 55 j. (ca. 40 j.)	1	00		1	10
	3/4	35 - 55 j. (ca. 50 j.)	2	00	00	1	9
	4/5	55 - 90 j. (ca. 60 j.)	1	02	00	1	9
	4/5	55 - 90 j. (ca. 75 j.)	2	04	02	1	10
	5/6	90 -130 j. (ca. 90 j.)	1	04	02	1	12
	5/6	90 -130 j. (ca. 100 j.)	2	06	04	2	12
	5/6	90 -130 j. (ca. 115 j.)	3	06	04	2	12
	6/0	130 j.	Abtrieb	06	04	2	9

Beim Plenterbetrieb treten wegen der großen Stufigkeit des Bestandes beim Bodenbewuchs gleichzeitig mehrere Stufenbreiten auf. Da ihr Anteil unterschiedlich ist, wurde die durchschnittliche Stufenbreite ermittelt.

Stufe 3 :	26 - 50 cm, i.M.	35 cm = 40 %)		
" 4 :	51 - 100 cm, i.M.	75 cm = 30 %)	100 %	
" 5 :	101 - 200 cm, i.M.	150 cm = 20 %)		
" 6 :	201 - 300 cm, i.M.	250 cm = 10 %)		

$$\frac{40 \cdot 35 + 30 \cdot 75 + 20 \cdot 150 + 10 \cdot 250}{100} = \frac{9150}{100} = 91{,}5 = \text{Stufe } 4$$

5.112 Langholz-Aufarbeitung

Als Langholz-Sorten wurden gewählt: bei

Ta/Fi = X1 Stammholz
Bu = X1 Stammholz, einschließlich Schwellen
= IL Industrieholz - lang aus Einzelstämmen oder Gipfelstücken

Das Ta/Fi - Stammholz soll, wie es bislang z.T. noch üblich ist, im Bestand manuell entrindet werden = Code 1 des HET-Belegs, zum anderen jedoch unentrindet bleiben = Code 2. Beim Langholz - Durchmesser - Bereich werden der Durchmesser am Zopfende (von) und am Stammfuß (bis) unterschieden. Beim Zopfdurchmesser (von) wurde von der Handelsklassensortierung (HKS) ausgegangen und der dort angegebene Mindestzopfdurchmesser für Ta/Fi-Stammholz, Klasse 2-6 (Heilbronner Sortierung) zuzüglich eines pauschalen Rindenzuschlags von 1 cm unterstellt. Bei der Bu sind für den Zopfdurchmesser des Stammholzes 20 cm, beim Industrieholz lang nur 10 cm einzutragen (Aufarbeitungsgrenze).

Der Stammfußdurchmesser (bis) wurde ermittelt, indem bei bekanntem BHD eine Durchmesserzunahme von 1 - 1,5 cm pro 1fm angenommen wurde. Wegen der größeren Abholzigkeit der Plenterwaldstämme wurde bei diesen die Zunahme des Durchmessers generell auf 2 cm erhöht.

Zopf- und Stammfußdurchmesser wurden mit der jeweiligen Stückzahl gewogen und das Produkt durch die Stammzahlsumme dividiert. Das ergab den durchschnittlichen Zopf- oder Stammfußdurchmesser der betreffenden Sorte.
Bei der Teilarbeitenkombination werden alle Einzelarbeiten auf den Efm o.R. bezogen. Welche Teilarbeiten ausgeführt werden, hängt jedoch davon ab, ob Nadel-Stammholz, Bu-Stammholz oder Bu-Industrieholz lang ausgehalten wird. Beim Bu - IL aus Einzelstämmen oder dem Gipfelbereich besteht kein Unterschied in der Teilarbeitskombination. Zur Unterscheidung muß ein gesondertes Flächenblatt, Langholz-Aufarbeitungsblatt und Massenblatt mit der Flächen-Nr. 2 verwendet werden.
Das bei den einzelnen Sortimenten unterstellte Arbeitsverfahren kann durch die entsprechenden Teilarbeiten charakterisiert werden. Bei Ta/Fi-Stammholz werden ausgeführt:

Fällen, Entasten, Vermessen und das Einschneiden bzw. Abtrennen des Schichtholzes im Bestand. Die Entrindung erfolgt einmal manuell im Zuge der Aufarbeitung, zum anderen nachträglich mit der Entrindungsmaschine "Rindab" auf der Waldstraße. Im letzteren Fall entfällt diese Teilarbeit bei der Aufarbeitung. Beim Bu-Stammholz kommen nur die Teilarbeiten: Fällen, Entasten, Vermessen und das Abtrennen des Stammholzstückes vor. Bu-Industrieholz erfordert die wenigsten Teilarbeiten: Es wird lediglich gefällt (bei IL aus Einzelstämmen) bzw. abgetrennt (bei IL aus dem Kronenbereich) sowie entastet und gezopft. Bu-Stammholz und Industrieholz lang werden später gemeinsam gerückt.

5.113 Schichtholz-Aufarbeitung

Schichtholzsorten treten nur bei Ta und Fi auf. Die Bezeichnung der gewählten Sorten lautet: Y3. Darunter versteht man Rundlinge bzw. Schichtholzrollen (gespalten, ungespalten oder gemischt) mit einem Durchmesser von 7 cm und mehr. Dieses Sortiment entspricht der HKS-Sortenbezeichnung S 2+3. Die Rollenlänge beträgt einheitlich 1 m. Beim Nadel-Schichtholz aus Gipfelstücken ist der Schichtholz-Durchmesser-Bereich durch die Derbholzgrenze und den Mindestzopf des Stammholzes meist schon gegeben, nicht jedoch beim Nadel-Schichtholz aus Einzelstämmen. Bei diesem wurde ein Durchmesserbereich von 7 - 20 cm unterstellt.
Bezugseinheit für alle Teilarbeiten ist, wie beim Langholz, der Efm o.R.
Das Nadel-Schichtholz aus Einzelstämmen hat durch den zusätzlichen Fällvorgang eine andere Teilarbeitskombination als das aus dem Gipfelbereich. Letzteres muß daher auf einem gesonderten Flächenblatt, Schichtholz-Aufarbeitungsblatt und Massenblatt unter der Flächen-Nr. 2 eingetragen werden. Die anderen Teilarbeiten: Entasten, Vermessen, Einschneiden, Vorliefern kurz und Schichtholzlagerung sind identisch. Das Entrinden wird einmal im Zuge der Aufarbeitung mit erledigt, zum anderen jedoch unterlassen.
Das Vorliefern kurz des Nd.-Schichtholzes (Massenanteil = 100) erfolgt beim Plenterbetrieb über 20 m, bei den übrigen Betriebsformen über wechselnde Entfernungen (siehe Anlage 31).

5.114 Massenblatt

Auf diesem werden zunächst die Baumanzahl, die Lang- und Schichtholzsorten, der Entrindungszustand und die Rollenlänge des Schichtholzes erneut eingetragen.

Die durchschnittliche Langholzlänge wurde ermittelt, indem die bei den einzelnen Langholzklassen angegebenen Stammholzlängen nach LÖFFLER (1961) mit der jeweiligen Stückzahl gewogen und durch die Stückzahlsumme dividiert wurden. Bei Bu-Industrieholz lang wurde eine konstante Länge von 8 m unterstellt.
Die Menge der einzelnen Sortimente (in Efm o.R.) kann der Massen- und Sortenzusammenstellung (siehe Anlage 29) entnommen werden. Zur Umrechnung in rm wurde der Faktor 1,3 verwendet. Da das Schichtholz nach rm gebündelt werden soll, entspricht die Zahl der rm der Anzahl der Bündel.

5.115 HET-Ergebnisse, Kostensätze

Der auf Grund der HET-Berechnung ermittelte Zeitaufwand beruht auf Vorgabezeiten. In der Praxis werden wegen höherer Leistungsgrade niedrigere Zeiten benötigt. Das Verhältnis der tatsächlich benötigten Zeit zur Vorgabezeit des HET ist, je nach Baumart und aufgearbeitetem Sortiment, verschieden. Über die Größe dieses Unterschieds lagen zum Zeitpunkt unserer Kalkulation, kurz nach Erscheinen des HET, kaum Erfahrungszahlen vor. Eine Umrechnung ist jedoch möglich, wenn man bei gleichem Kostensatz je Minute (Geldfaktor) den Quotienten aus Akkordsollverdienst und tatsächlichem Verdienst bildet und damit die Vorgabezeiten reduziert. Der tatsächliche Verdienst unterliegt allerdings, je nach Sortiment, dem Leistungsgrad der Arbeiter und den örtlichen Verhältnissen, mehr oder weniger starken Schwankungen. Aus diesen Gründen wurde auf eine Korrektur der Vorgabezeiten verzichtet.
Zur Umrechnung des Zeitaufwandes in DM und Ermittlung des Kostenaufwandes wurden folgende Sätze unterstellt:

für Handarbeit	=	13.-- DM/Std.
für EMS-Arbeit	=	3,50 DM/Std.

5.12 Entrindung

Die Entrindung betrifft nur das Nadelholz. Um den Verhältnissen in der Praxis Rechnung zu tragen, werden vier Varianten kalkuliert:

Kombination 1 = Entrindung des Nadelstamm- und schichtholzes von Hand (nach den Werten des HET);

Kombination 2 = Nadelstammholzentrindung wie vorstehend, Nadelschichtholz bleibt unentrindet;

Kombination 3 = Entrindung des Nadelstammholzes maschinell mit "Rindab", Schichtholz bleibt unentrindet;

Kombination 4 = das gesamte Nadelholz wird nicht entrindet.

Die manuelle Entrindung (Komb. 1 und 2) ist als Teilarbeitszeit im HET enthalten. Um den Aufwand beim Holzeinschlag einschließlich bzw. ohne Entrindung feststellen zu können, mußte bei den Teilarbeitskombinationen des Lang- und Schichtholzaufarbeitungsblattes unter Punkt 3, Entrinden, die Kennziffer der gewählten Bezugseinheit (hier: 2 = pro Efm o.R.) eingetragen werden. Außerdem war auf den genannten Ablochbelegen und dem Massenblatt bei den entsprechenden Sortimenten der Entrindungszustand durch eine entsprechende Kennzahl (1 bzw. 2) deutlich zu machen. Neben den HET-Werten für den Holzeinschlag einschließlich Entrinden wurde somit ein zweiter HET-Ausdruck verwendet, bei dem die Entrindung entfällt. Entsprechend Kombination 2 können nun die Aufwandsdaten für den Einschlag des Nadelstammholzes einschließlich Entrinden mit denen für die Aufarbeitung des Schichtholzes ohne Entrindung kombiniert werden. Außerdem läßt sich durch Subtraktion der Ergebnisse ohne Entrindung von denen

mit Entrindung für alle Hiebe zusammen der Entrindungsaufwand für das Nadelstammholz und -schichtholz entweder getrennt oder für beide Sorten gemeinsam ermitteln. Das ist wesentlich einfacher als die Addition der Einzelergebnisse je Sorte und Hieb bei der Teilarbeit "Entrinden". Auf eine Variante mit maschineller Entrindung des Schichtholzes im Wald wurde verzichtet, da die Entwicklung in der jüngeren Vergangenheit mehr auf die Entrindung im Verarbeiterwerk gerichtet ist.
Die maschinelle Entrindung des Nadelstammholzes mit mobilen und stationären Aggregaten wird zwar schon in naher Zukunft stark an Bedeutung gewinnen, hinlänglich gesicherte Leistungs- und Kostendaten standen im Zeitpunkt unserer Kalkulation jedoch nur für das "Rindab"-Gerät zur Verfügung (LEINERT und MÜLLER, 1971). - Unter den verschiedenen mit "Rindab" möglichen Arbeitsverfahren wählten wir das von den genannten Autoren als "Versuch 5" beschriebene. Dabei arbeiten 2 Schlepper in der Weise zusammen, daß ein Schlepper ausschließlich entrindet, während der andere rückt und poltert. Diese Variante ermöglichte es, das Rücken, welches in unseren Modellen nach den Werten von LOYCKE (1970) und KULUŠIĆ (1971) kalkuliert wird, separat zu behandeln.
LEINERT und MÜLLER geben Zeitaufwand und Kosten in Funktion der Stückmassen an. Ihre Regressionslinien reichen allerdings nur bis 1,5 fm/Stck. Nach persönlicher Mitteilung der Autoren ist es jedoch ohne weiteres zulässig, die Kurven bis zur Stückmasse von 3 fm zu extrapolieren. Damit konnten alle in unseren Modellen auftretenden Fälle erfaßt werden.
Die jeweiligen mittleren gewogenen Stückmassen des Nadelstammholzes eines zu kalkulierenden Hiebes ließen sich aus den in Abschnitt 5.11 bereits berechneten Werten ohne Schwierigkeiten herleiten. Sie sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tabelle 1

Zusammenstellung der mittleren Stückmassen

Betriebsform	Periode	Alter	Hieb	Mittlere Stückmasse									
				Ta		Fi		Ta/Fi		Bu		Ta/Fi/Bu	
				Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.
1. Plenterbetrieb				2,47	2,20	1,47	1,30	2,15	1,92	1,80	1,60	2,14	1,90
2. Femelschlagbetrieb	3/4	45 - 60 j.	1	0,51	0,46	0,41	0,37	0,43	0,39				
	4/5	(60 - 85 j. (ca. 65 j.)	1	0,90	0,80	0,68	0,60	0,73	0,64	0,28	0,25	0,70	0,62
	4/5	60 - 85 j. (ca. 75 j.)	2	0,84	0,70	0,67	0,59	0,72	0,62	0,30	0,27	0,67	0,58
	5/6	85 -115 j. (ca. 85 j.)	1	1,29	1,15	1,09	0,97	1,16	1,03	0,51	0,45	1,08	0,96
	5/6	85 -115 j. (ca. 100 j.)	2	1,28	1,13	1,06	0,94	1,15	1,02	0,54	0,48	1,05	0,93
	6/0	115 j.	V	2,75	2,44	2,14	1,90	2,40	2,13	0,99	0,88	2,23	1,98
	6/0	123 j.	1.L	2,71	2,35	2,06	1,83	2,35	2,06	0,92	0,82	2,18	1,91
	6/0	130 j.	2.L	2,74	2,43	2,05	1,82	2,36	2,09	0,98	0,87	2,21	1,96
	6/0	135 j.	1.LU	2,71	2,22	1,87	1,66	2,24	1,91	1,54	1,37	2,16	1,85
	6/0	140 j.	2.LU	2,44	2,17	1,86	1,72	2,12	1,92	1,78	1,58	2,09	1,89
	6/0	145 j.	N	2,43	2,16	1,84	1,71	2,11	1,92	1,44	1,28	2,05	1,86
	6/0	150 j.	R	2,83	2,51	1,94	1,81	2,35	2,13	1,58	1,40	2,30	2,08

Legende

V = Vorbereitungshieb
B = Besamungshieb
L = Lichtungshieb
LU = Lichtungs- u. Umsäumungshieb
NL = Nachlichtungshieb
R = Räumungshieb
A = Abtrieb

noch Tabelle 1

Betriebsform	Periode	Alter	Hieb	Mittlere Stückmasse									
				Ta		Fi		Ta/Fi		Bu		Ta/Fi/Bu	
				Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.	Efm_D m.R.	Efm_D o.R.
3. Zonenschirmschlagbetrieb	3/4	40 - 55 j.	1	0,36	0,32	0,36	0,32	0,36	0,32				
	4/5	55 - 85 j. (ca. 60 j.)	1	0,51	0,42	0,42	0,37	0,45	0,39	0,30	0,27	0,43	0,38
	4/5	55 - 85 j. (ca. 70 j.)	2	0,67	0,58	0,77	0,69	0,73	0,65	0,33	0,29	0,68	0,60
	5/6	85 -115 j. (ca. 85 j.)	1	1,29	1,15	1,05	0,96	1,13	1,03	0,53	0,47	1,03	0,92
	5/6	85 -115 j. (ca. 100 j.)	2	1,12	0,99	1,03	0,94	1,07	0,96	0,64	0,57	0,99	0,89
	6/0	115 j.	V	2,28	1,79	1,63	1,45	1,95	1,62	1,08	0,96	1,78	1,49
	6/0	120 j.	B	1,58	1,41	1,28	1,15	1,43	1,28	1,00	0,89	1,34	1,20
	6/0	130 j.	L	2,04	1,68	1,58	1,41	1,81	1,55	1,33	1,18	1,72	1,48
	6/0	135 j.	NL	1,98	1,76	1,57	1,45	1,78	1,61	1,32	1,17	1,69	1,52
	6/0	140 j.	R	2,03	1,73	1,57	1,45	1,80	1,59	1,81	1,61	1,80	1,60
4. Kahlschlagbetrieb	3/4	35 - 55 j. (ca. 40 j.)	1	0,07	0,06	0,05	0,45	0,05	0,05				
	3/4	35 - 55 j. (ca. 50 j.)	2	0,32	0,29	0,33	0,28	0,33	0,28				
	4/5	55 - 90 j. (ca. 60 j.)	1	0,41	0,37	0,39	0,33	0,40	0,34				
	4/5	55 - 90 j. (ca. 75 j.)	2	0,69	0,61	0,62	0,54	0,64	0,56	0,43	0,38	0,63	0,55
	5/6	90 -130 j. (ca. 90 j.)	1	1,19	1,00	1,05	0,93	1,10	0,96	0,51	0,46	1,07	0,93
	5/6	90 -130 j. (ca.100-105j.)	2	1,44	1,15	1,20	1,03	1,30	1,08	0,51	0,46	1,26	1,04
	5/6	90 -130 j. (ca. 115 j.)	3	1,44	1,15	1,20	1,03	1,30	1,08	0,60	0,53	1,26	1,05
			A	1,87	1,63	1,56	1,41	1,70	1,51	1,34	1,19	1,66	1,47

5.13 Rücken

5.131 Modellfläche, Erschließung

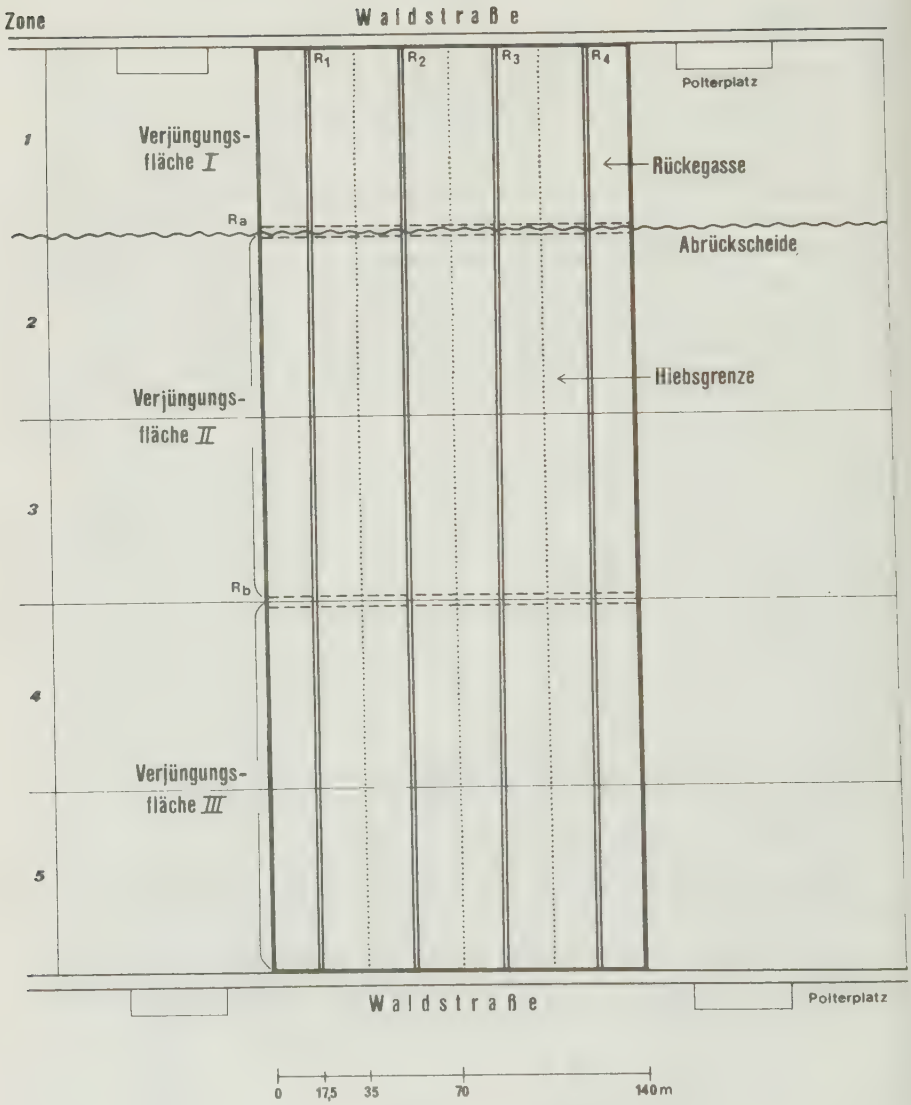
Die Modellfläche (s. Abb. 23) soll zwischen 25 und 35 % geneigt und schlepperbefahrbar sein. Sie wird auf der Berg- und Talseite durch eine obere bzw. untere Waldstraße begrenzt. Die Waldstraße soll eine dauerhaft befestigte, d.h. für Lkw ganzjährig befahrbare Fahrbahn haben und so ausgebaut sein, daß auf ihr eine maschinelle Entrindung mit dem "Rindab"-Gerät möglich ist. Der Abstand zwischen der ober- und unterhalb der Modellfläche gelegenen Waldstraße beträgt 350 m. Dies entspricht einer Wegedichte von ca. 28 lfm/ha.

Die Größe der Modellfläche beträgt 5 ha, einschließlich des berg- und talseitigen Waldstraßenstücks von jeweils 140 m Länge und ca. 3,50 m Breite. Dabei ist die Hangneigung nicht berücksichtigt.

Sowohl an der oberen als auch an der unteren Waldstraße befinden sich beiderseits der Modellfläche, jeweils unterhalb der Straße, Polterplätze. Der horizontale Abstand von der Mitte der Polterplätze zur Modellfläche beträgt 35 m, also über 1 Baumlänge. Die Polterplätze sollen so ausgelegt sein, daß sie auch die anteilige Holzmenge des stärksten Hiebs aufnehmen können.
Es wird davon ausgegangen, daß ein Rückegassennetz bereits vorhanden und bei allen Betriebsformen gleich ist. Eventuelle Unterschiede, die ggf. dadurch begründet wären, daß z.B. beim Plenterbetrieb wegen des hohen Starkholzanteils beim Holzeinschlag und mit Rücksicht auf die ständig vorhandene Verjüngung ein engmaschigeres Rückegassennetz angebracht

Abb.23

Modellfläche



Maßstab 1:2000

ist, werden nicht berücksichtigt. Differenzierungen innerhalb einer Betriebsform, z.B. enge Rückegassenabstände im Jungbestand, weitere im Altbestand, bleiben ebenfalls außer Betracht.
Der Abstand der in Fallrichtung des Hanges verlaufenden Rückegassen beträgt einheitlich 35 m. Auf 140 m (Breite der Gesamtfläche) entfallen damit 4 Rückegassen (R_1, R_2, R_3, R_4). Die Einteilung wurde so gewählt, daß die beiden äußeren Gassen (R_1 und R_4) jeweils 17,5 m vom Rand der Modellfläche entfernt liegen. Die Rückegassenlänge beträgt 350 m. Sie erhöht sich, wenn man die Hangneigung berücksichtigt. Zu diesem Zweck muß die Distanz zwischen der berg- und talseitigen Waldstraße durch den Faktor cos 16° (= 0,96) dividiert werden.
Für den Fall, daß die beim Rücken eingesetzte Maschine, z.B. der Unimog, nicht auf der Rückegasse wenden kann, sondern im Rundverkehr fahren muß, wurden zwei weitere Gassen (R_a und R_b) vorgesehen, die parallel zu den Waldstraßen verlaufen. Die obere Rückegasse (R_a) liegt genau auf der Abrückscheide. Ihr Abstand zur bergseitigen Waldstraße beträgt 70 m und zur unteren Rückegasse (R_b) 140 m. Diese liegt wiederum 140 m oberhalb der talseitigen Waldstraße.

Die Breite der Rückegassen soll dem Einsatz des Unimogs und Timberjacks entsprechen, so daß letzterer auch noch auf der Gasse wenden kann. Dabei wird nicht ausgeschlossen, daß er dazu noch etwas in den Bestand hineinfahren muß. Die Gassenbreite beträgt daher ca. 3 m. Allerdings hat sich dies nicht auf die Ermittlung des Vorrates und der jeweiligen Hiebsmassen niedergeschlagen, da die Rückegassen als Teil der Holzbodenfläche betrachtet wurden in der Annahme, daß der verstärkte Zuwachs der Randbäume den durch die Rückegassen bedingten Holzverlust ausgleicht.

5.132 Rückefelder und -blöcke

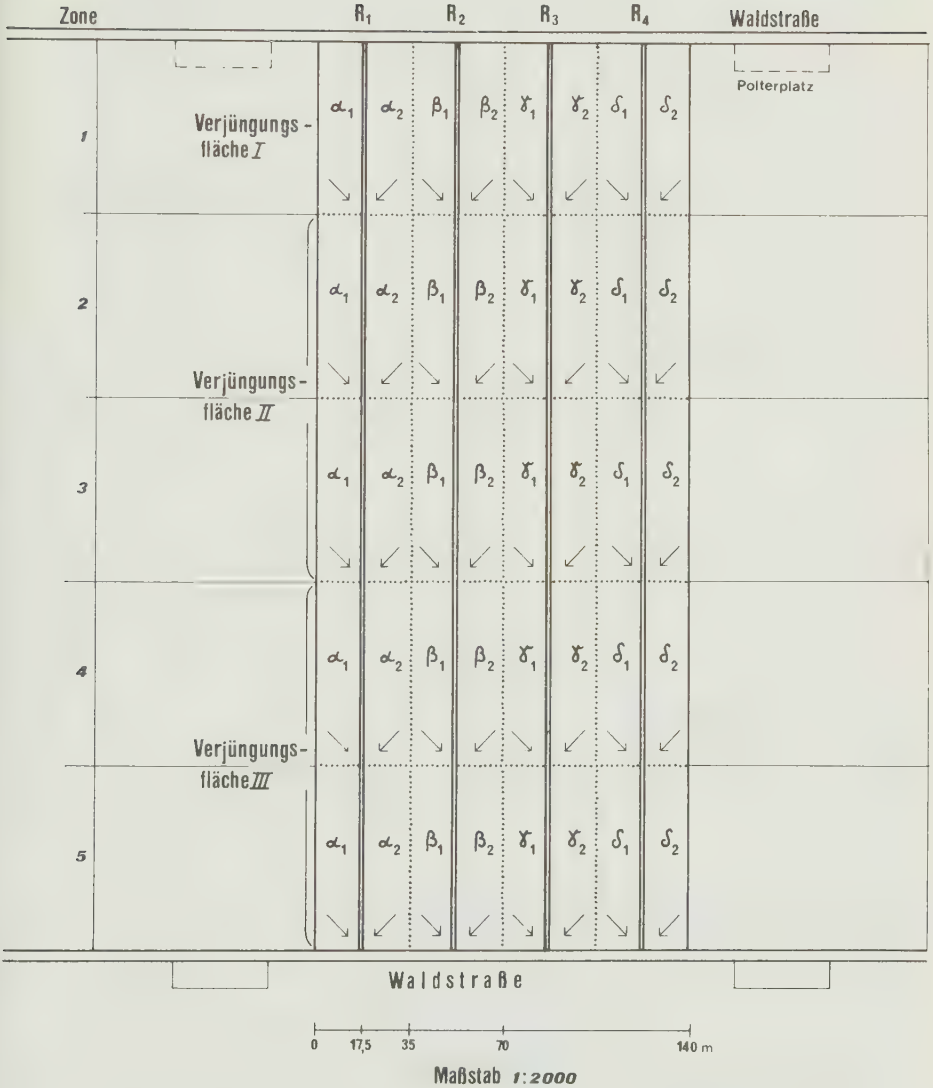
Das Rückegassennetz bildet in Verbindung mit der Unterteilung der Modellfläche in 5 Zonen zu je 1 ha (70 x 140 m) das Gerüst für die Aufgliederung der Gesamtfläche in einzelne Rückefelder und -blöcke. Ein Rückefeld entspricht der Länge eines Rückegassenabschnittes pro Zone (70 m) mal der Hälfte des Rückegassenabstandes (17,5 m). Auf diese Weise ergeben sich 8 Rückefelder pro Zone. Die Flächengröße eines Rückefeldes beträgt daher 1/8 ha. Allerdings müssen bei der Holzbringung mit Maschinen die beiderseits der Gasse gelegenen Rückefelder stets zusammen betrachtet werden, da das Holz aus beiden Flächen zum selben Rückegassenabschnitt vorgeliefert und von dort aus gemeinsam weiter gerückt wird. Derartig benachbarte Rückefelder tragen daher die gleiche Bezeichnung, beim Schichtholzrücken z.B. α_1 und α_2 (s. Abb. 24).

Beim Stammholzrücken wird von diesem Schema abgewichen, da das Holz sowohl von der oberen als auch von der unteren Waldstraße direkt aus dem angrenzenden Bestand herausgerückt wird. Dies geschieht auf einer Breite von ebenfalls 17,5 m, jeweils bis zur Hälfte der Modellfläche = 70 m (s. Abb. 25). Für die so geschaffenen Rückefelder ($1a_1, a_2$ bzw. $5a_1$, a_2) ergibt sich dadurch wiederum eine Flächengröße von jeweils 1/8 ha. Das führt jedoch zu einer verminderten Größe der dahinter angrenzenden paarweisen Rückefelder (b_1, b_2 bis e_1, e_2 der Zonen 1 und 5). Deren Fläche beträgt nur noch 3/16 ha.

Für die Berechnung der mittleren Rückeentfernungen werden die Rückefelder einiger Zonen zu Flächenblöcken zusammengefaßt. Das gilt in der Regel für die Zonen 2 und 3 bzw. 4 und 5. Die Bezeichnung und Flächengröße der Rückefelder und -blöcke kann aus der Anlage 32 ersehen werden.

Abb.24

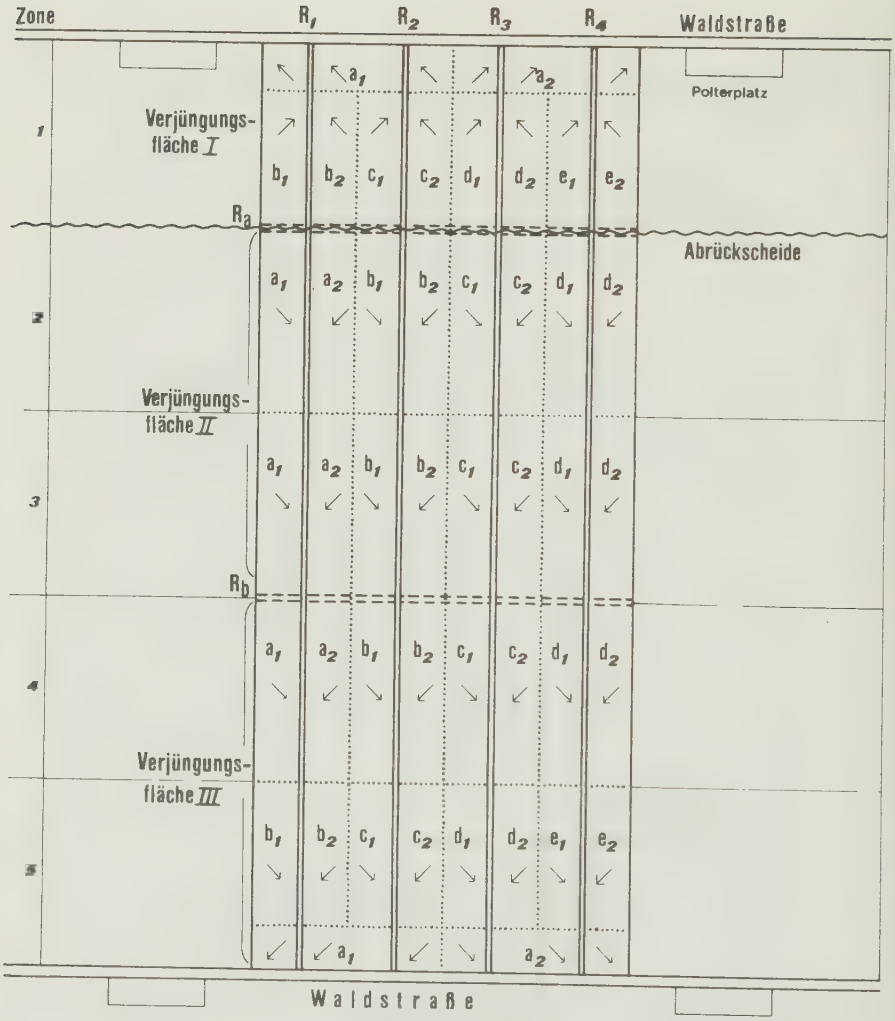
Schichtholzrücken



R = Rückegasse
α,β = Rückefelder
↖↘ = Fällrichtung

Abb.25

Stammholzrücken



R_1, R_2, R_a, R_b = Rückegasse

a_1, b_1 = Rückefelder

↘↖ = Fällrichtung

Anlage 32

Flächengröße der Rückefelder - u. blöcke

Stammholz

Zone	Bezeichnung	Abmessungen	Rückefelder Größe m	ha	Anzahl	Flächenanteil(ha)	Rückeblöcke (Flächengröße in ha)
1	$1a_1$ $1a_2$	70 x 17,5	2 x 1.225	~1/8	2	1/4	1
1	b_1, b_2 c_1, c_2 d_1, d_2 e_1, e_2	2 x (17,5 x 52,5)	2 x 1.838	~3/16	4	3/4	
2/3	$2a_1, a_2+3a_1, a_2$ $2b_1, b_2+3b_1, b_2$ $2c_1, c_2+3c_1, c_2$ $2d_1, d_2+3d_1, d_2$	2 x (17,5 x 140)	2 x 2.450	~ 1/2	4	2	2
4/5	$4a_1, a_2+5b_1, b_2$ $4b_1, b_2+5c_1, c_2$ $4c_1, c_2+5d_1, d_2$ $4d_1, d_2+5e_1, e_2$	2 x (17,5 x 122,5)	2 x 4.288	~ 7/16	4	7/4	2
5	$5a_1$ $5a_2$	70 x 17,5	2 x 1.225	~1/8	2	1/4	
							5

Schichtholz

je Zone	$\alpha 1, \alpha 2$ $\beta 1, \beta 2$ $\gamma 1, \gamma 2$ $\delta 1, \delta 2$	2 x (17,5 x 70)	2 x 225	1/4	4	1	1
1 - 5	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	

5.133 Schlagordnung, Rückerichtung

Auf jedem der beiderseits der Rückegasse liegenden Felder werden die zum Einschlag vorgesehenen Bäume schräg zur Rückegasse gefällt, auf dem Randstreifen unterhalb der bergseitigen bzw. oberhalb der talseitigen Waldstraße gleich zur Waldstraße hin. Dies bedeutet, daß in dem Bestandesstreifen unterhalb der oberen Waldstraße hangaufwärts gefällt wird. Auch in dem dahinterliegenden, aber noch oberhalb der Abrückscheide befindlichen Bestandesteil werden die Bäume möglichst hangaufwärts gefällt. Für die dadurch bedingte zusätzliche Erschwerung des Holzeinschlags wurde ein besonderer Schwierigkeitszuschlag nicht berücksichtigt, da dies eine nach Zonen differenzierte Anwendung des HET bedeutet hätte. Zudem tritt die genannte Einschlagserschwerung bei allen Betriebsformen auf, so daß die Vergleichbarkeit unbeeinflußt bleibt.
Zone 1 und 2 werden durch die Abrückscheide voneinander getrennt. Diese verläuft 70 m unterhalb der bergseitigen Waldstraße. Alles Stammholz, welches unterhalb der Abrückscheide anfällt, wird hangabwärts gerückt. Sowohl das auf die bergseitige als auch das auf die talseitige Waldstraße gelangende Stammholz wird jeweils zur Hälfte auf einen der beiden Polterplätze gebracht. Schichtholz wird generell hangabwärts gerückt und dort ebenfalls auf den Polterplätzen gelagert.

5.134 Vorlieferdistanzen

Die Bäume sollen im Winkel von 45° schräg zur Rückegasse gefällt werden. Dieser Winkel wurde als Resultante der zur Rückegasse verschieden geneigten Fällrichtung gewählt, zumal

er die Berechnung der mittleren Vorlieferdistanz erleichtert (s. Abb. 26).

$$\sin 45 = \frac{b}{c}, \quad c = \frac{b}{\sin 45} = \frac{8{,}75}{0{,}71} = \underline{\underline{12{,}32 \text{ m}}}$$

Die Vorlieferdistanz erhöht sich nur um wenige cm, wenn man den Einfluß der durch die Schrägfällung verminderten Hangneigung (Faktor 0,979) berücksichtigt. Wegen dieser minimalen Auswirkung blieb die Hangneigung außer Betracht.

Da die Stämme nicht ganz auf die Rückegasse gezogen werden müssen, sondern noch im Bestand, allerdings in der Nähe der Rückegasse, mit Hilfe des Chokersystems zur Rückelast zusammengefaßt werden können, wurde die Vorlieferdistanz auf 10 m abgerundet.
Das anfallende Nadel-Schichtholz wird gebündelt. Dabei soll, schematisch gesehen, jeweils die Hälfte eines Bündels aus den gegenüberliegenden Rückefeldern α_1 bzw. α_2 kommen. Dadurch bleibt die Vorlieferdistanz für das gesamte Bündel gleich. Es wird jedoch angenommen, daß die einzelnen Bündel gleichmäßig auf dem Rückegassenabschnitt pro Zone verteilt sind. Die Vorlieferdistanz ist daher abhängig vom Abstand der Bündel zueinander. Der Bündelabstand wechselt wiederum, je nachdem, wieviel Schichtholz pro Rückefeld anfällt. Beispielsweise ergibt sich für den Kahlschlagbetrieb, Periode 3/4, Hieb 1 folgender Rechengang (s. auch Abb. 26, unten).

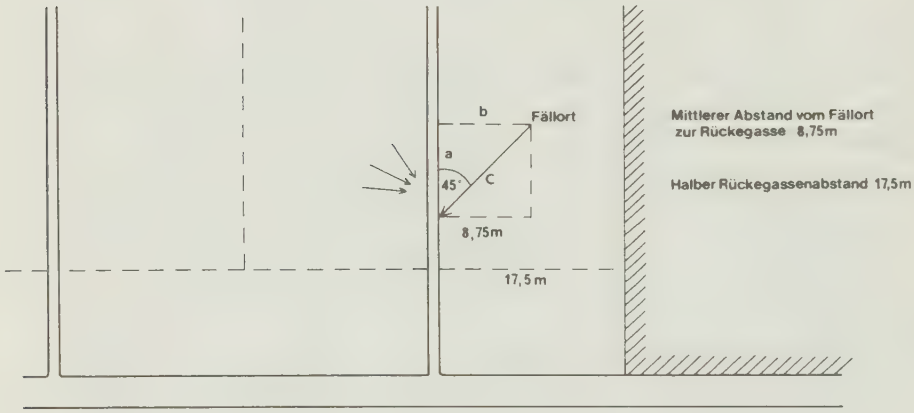
$$\frac{\text{Hiebsmasse (1/4 ha):}}{\text{Masse pro Bündel:}} \quad \frac{4{,}5 \text{ fm}}{0{,}7 \text{ fm}} \sim 6{,}4 \text{ (Anzahl der Bündel)}$$

Abb. 26

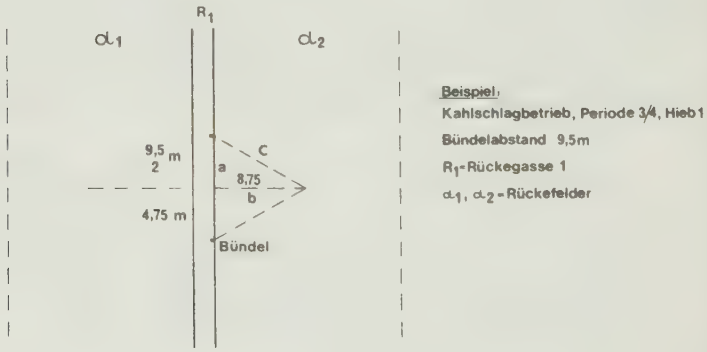
Ermittlung der Vorlieferdistanz c

Maßstab 1:500

Stammholzbringung



Schichtholzbringung



Rückegassenlänge pro Zone: $\frac{70\ m}{7,4} = 9,46 \sim 9,5\ m$
Zahl der Abstände (Bündelzahl+1):

(Bündelabstand)

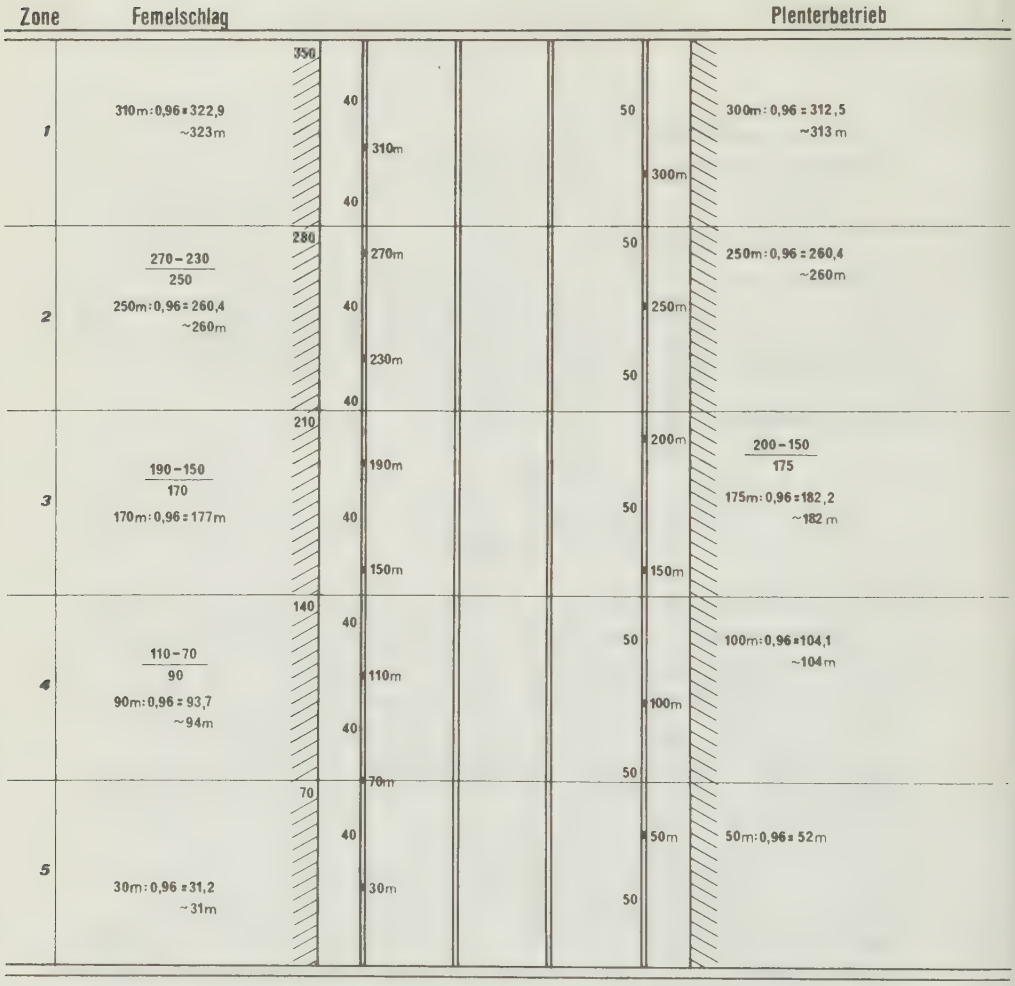
Die Vorlieferdistanz kann nun mit Hilfe des Pythagoras errechnet werden, da sowohl die mittlere Distanz (b) zwischen der Rückegasse und dem halben Abstand zur nächsten Gasse als auch der halbe Bündelabstand (a) bekannt sind. Letzterer beträgt im Beispiel 4,75 m, dividiert durch 0,96 (Hangneigung) = 4,95 m (a')

$$a'^2 = 4,95^2 = 24,50$$
$$b^2 = 8,75^2 = 76,56 \quad +$$
$$101,06 \rightarrow \sqrt{101,06} = 10,05 \sim 10\ m$$

In diesem Beispiel ist die Vorlieferdistanz zufällig gleich der beim Stammholz. Das ist jedoch keineswegs immer der Fall. So beträgt beim Plenterbetrieb die Vorlieferdistanz rechnerisch 18,74 m, wurde jedoch wegen der ständig vorhandenen Verjüngung und dadurch bedingte Umwege auf 20 m erhöht. - Der Plenterbetrieb hat allerdings auch den geringsten Schichtholzanfall. Deshalb wurde angenommen, daß sich die Bündel nicht nur zonenweise, sondern auf der gesamten Rückegassenlänge gleichmäßig verteilen (s. Abb. 27). Dies gilt auch für den Vorbereitungshieb, 2. Lichtungshieb und Räumungshieb beim Femelschlagbetrieb. Beim Zonenschirmschlagbetrieb bezieht sich die gleichmäßige Verteilung der Bündel beim Vorbereitungshieb, Nachlichtungshieb und Räumungshieb nur auf den Rückegassenabschnitt pro Verjüngungsfläche (s. Abb. 24).

Abb. 27

Verteilung der Schichtholzbündel auf der Rückegasse



Femelschlagbetrieb: Vorbereitungshieb (Periode 6/0)		Plenterbetrieb
1,6	Bündelzahl auf 70 m : Rückegassenabschnitt pro Zone	1,2
× 5	Anzahl der Zonen	× 5
8	Bündelzahl auf ganzer Rückegassenlänge	6
350 m	Gesamtlänge der Rückegasse	350 m
: 9 (8+1)	Zahl der Abstände	: 7 (6+1)
ca 40 m	Bündelabstand auf ganzer Rückegassenlänge	50 m

Umrechnung auf den mittleren Abstand pro Zone, siehe oben
Erläuterung: 0,96 = cos 16° (Hangneigung)

5.135 Rückeentfernungen

Die Entfernungen beim Rücken von Stamm- und Schichtholz sind im Anhang zusammengestellt. Ein Vergleich der Rückeentfernungen bei der Leerfahrt zeigt, daß der Unimog, da er im Gegensatz zum Knickschlepper zum Rundverkehr gezwungen ist, oft größere Distanzen zurücklegt.
Beim Zonenschirmschlag wurde eine zeitliche Verschiebung der Verjüngungshiebe auf den einzelnen Zonen zugrunde gelegt. Die Zonen, auf denen gleichzeitig derselbe Verjüngungshieb erfolgt, wurden zu Verjüngungsflächen, die mit den Rückeblöcken identisch sind, zusammengefaßt. Dabei entspricht die

Verjüngungsfläche	I	=	Zone 1
"	II	=	Zone 2 und 3
"	III	=	Zone 4 und 5

Die Staffelung der Entrindungshiebe auf den einzelnen Verjüngungsflächen bringt beim Stammholz keine Änderung der Rückeentfernungen. Auch beim Schichtholz ist dies nicht der Fall, da aus den einzelnen Verjüngungsflächen jeweils getrennt gerückt wird. Voraussetzung ist, daß Hiebsmenge, Bündelzahl und -abstand sowie Rückeentfernungen nach Verjüngungsflächen zusammengestellt sind.

5.136 Hiebsmenge je Rückefeld, Rückelast

Sowohl für Ta/Fi-Stammholz, als auch für Bu-Stammholz und IH lang ist die absolute Hiebsmenge pro ha (in Efm_D m.R. bzw. o.R.) bekannt. Die Größe der Rückefelder in Bruchteilen eines ha steht ebenfalls fest, so daß die oben erwähnte Hiebsmenge lediglich durch diese Bruchteile dividiert werden muß, um die Masse pro Rückefeld zu erhalten.

Beispiel: Plenterbetrieb, Rückefeld $1a_1$ = 1/8 ha

	fm m.R.	fm o.R.
Ta - Stammh.	44,46	39,52
Fi - Stammh.	20,52	18,24
	64,98 : 8	57,76 : 8
	= 8,12	= 7,22
Bu - Stammh.	3,60 : 8	
u. IH - lang	= 0,45	

Ndh. und Lbh. kann jetzt zusammengefaßt werden, z.B.

	Ta/Fi - Stammholz m.R.	= 8,12 fm
	Bu - Stammh. + JH - lang	= 0,45 fm
		8,57 fm
oder:	Ta/Fi - Stammholz o.R.	= 7,22 fm
	Bu - Stammh. + JH - lang	= 0,45 fm
		7,67 fm

Je nachdem, ob das Nadelholz nun im Bestand (nach HET) entrindet wird oder erst nach dem Rücken auf der Waldstraße mit "Rindab", können entweder 7,67 fm oder 8,57 fm je Rückefeld ($1a_1$) als Ausgangswert der Kalkulation genommen werden. Durch Division mit der entsprechenden Stückmasse kann dann die Stückzahl errechnet werden, die eine wichtige Eingangsgröße für die Kalkulationstabellen nach LOYCKE (1970) darstellt.

Meist geht der Kalkulation jedoch ein Rechengang voraus, bei dem zuerst die Lastgröße pro Fahrt berücksichtigt wird. Die durchschnittliche Lastgröße wurde im Anhalt an LOYCKE so

gewählt, daß sie beim Timberjack nicht über 4 fm, beim Unimog nicht über 3 fm ansteigt. Teilt man die Lastgröße durch die entsprechende Stückmasse, so erhält man die Stückzahl (Anzahl der Stämme) pro Rückefahrt. Die Anzahl der notwendigen Rückefahrten ergibt sich durch Division der Hiebsmenge pro Rückefeld durch die mittlere Lastgröße pro Fahrt.
Bei den zeitlich gestaffelten Verjüngungshieben des Zonenschirmschlags wurden zunächst für die Rückefelder aller Zonen die Hiebsmassen berechnet und diese pro Verjüngungsfläche zusammengestellt. Entsprechend den gleichzeitig geführten Hieben auf der Modellfläche wurden die Hiebsmassen der einzelnen Verjüngungsflächen miteinander kombiniert.
So wurden beispielsweise im Alter 120 die beim Vorbereitungshieb auf den Verjüngungsflächen I (Zone 1) und III (Zone 4 und 5) anfallenden Massen und die Hiebsmenge beim Besamungshieb auf Verjüngungsfläche II (Zone 2 und 3) zeitlich zusammengefaßt. Für die Kalkulation wirkt sich das so aus, daß bei den Rückefeldern der Verjüngungsfläche II (Zone 2 und 3) höhere Massen erscheinen als bei denen der anderen Zonen. Ist die mittlere Rückelast gleich, so ergibt sich dadurch eine größere Anzahl von Rückefahrten, was sich natürlich auf die Kosten auswirkt. Da sich jedoch nicht nur die Hiebsmenge pro Rückefeld und Zone bzw. Verjüngungsfläche, sondern auch die mittlere Stückmasse ändert, ist, wenn die Änderung nicht gleichsinnig erfolgt, ggf. auch die Stückzahl verschieden. Auch das hat Auswirkungen auf die Kalkulation. Die auf der Verjüngungsfläche II (Zone 2 und 3) anfallenden Kosten sind somit höher als bei den übrigen Zonen. Dies würde auch in einer Zusammenstellung der beim Alter 120 auf der Gesamtfläche entstehenden Rückekosten zum Ausdruck kommen und sich bei einer Diskon-

tierung auswirken. Da jedoch auf jeder Verjüngungsfläche bzw. auf den entsprechenden Zonen sämtliche Verjüngungshiebe mit jeweils gleichbleibender Stärke geführt werden, ist, von den diskontierten Werten abgesehen, die Summe aller Rückekosten gleich, egal, ob die verschiedenen Verjüngungshiebe gleichzeitig oder zeitlich gestaffelt erfolgen. Was sich ändert ist, ebenso wie beim Holzeinschlag, die Zahl der Einsätze,d.h. die Häufigkeit, mit der die Einschlags- bzw. Rückemannschaft auf die Fläche kommt. Die Zahl der An- und Abfahrten wird bei den zeitlich gestaffelten Verjüngungshieben wegen des geringeren Arbeitsvolumens pro Einsatz größer, was jedoch nicht in die Kalkulation eingeht.

Beim Schichtholz ist die Tendenz genau gleich. Auch dort ist bei dem für das Alter 120 angegebenen Beispiel die Hiebsmenge auf der Verjüngungsfläche II (Zone 2 und 3) größer als auf den benachbarten Flächen. Bei konstanter Masse pro Bündel vergrößert sich dadurch die Anzahl der Bündel. Die größere Bündelzahl verkleinert zwar den Bündelabstand und die Vorlieferdistanz, erhöht aber die Anzahl der Rückefahrten, da der Schlepper immer nur zwei Bündel im Huckepackverfahren transportieren kann. Dadurch werden die Rückekosten auf der betreffenden Verjüngungsfläche höher, was sich auch auf die Kostenzusammenstellung in dem entsprechenden Alter auswirkt. Die Summe der gesamten Rückekosten beim Schichtholz bleibt aber, ausgenommen die diskontierten Werte, gleich. Die Häufigkeit des Einsatzes ist jedoch verschieden, da sich die Zahl der An- und Abfahrten zum bzw. vom Arbeitsort erhöht.

5.137 Rückeverfahren

Bu- Stammholz und -Industrieholz lang wird generell mit dem Nadelstammholz zusammen im Schleiffahren gerückt. Die Holzartentrennung erfolgt erst am Polterplatz. Das führt zu 2maligem Abhängen und Poltern sowie einer evtl. geringfügig längeren Lastfahrt.

Die Aufarbeitung des Nd.-Schichtholzes erfolgt im Bestand. Sämtliches Nadelschwachholz wird auf 1 m Länge eingeschnitten, vorgeliefert, gebündelt und im Huckepack-Verfahren gerückt. Beim Stammholzrücken wird 1-Mann-Arbeit, für das Rücken des Schichtholzes 2-Mann-Arbeit unterstellt.

5.138 Zeitaufwand, Kosten

Für Nadel- und Bu-Stammholz sowie Bu-Industrieholz lang wird der Einsatz eines schweren Knickschleppers vom Typ Timberjack unterstellt. Außerdem werden für das Rücken dieser Sortimente bei den ersten Hiebseingriffen des Kahlschlagbetriebes, und zwar bei

Periode 3/4, Hieb 2
Periode 4/5, Hieb 1 und 2

vergleichende Kalkulationen mit dem leichten Unimog angestellt. Dadurch soll überprüft werden, ob beim Einsatz des Knickschleppers in Schwachholzhieben die Maschinenkapazität nicht zu groß ist.
Der Zeitaufwand wurde im Anhalt an LOYCKE (1970) ermittelt. Die Kalkulation selbst ist aus dem Schema und den entsprechenden Erläuterungen im Anhang zu ersehen.

Für die Berechnung der Rückekosten wurden unterstellt:
beim Knickschleppereinsatz

Personalkosten	=	13.-- DM/Std.
Schlepperkosten	=	34.-- DM/Std.
Das sind bei 1Mann-Einsatz	=	47.-- DM/Std.
bei 2Mann-Einsatz	=	60.-- DM/Std.

Da beim Stammholzrücken 1Mann-Einsatz vorgesehen ist, gilt der Stundensatz von 47.- DM.
Beim Unimog belaufen sich die Betriebsstundenkosten auf 30.- DM.

In Tabelle 2 sind die Rückekosten für Timberjack und Unimog gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, daß der Unimog, dank seiner erheblich niedrigeren Betriebsstundenkosten, in der Periode 3/4, Hieb 2, durchweg überlegen ist. Für den Timberjack fällt nirgendwo genügend Holz an, um die größere Zugkraft zur Geltung zu bringen.

Beim Hieb 1 der Periode 4/5 ist die Bildung größerer Lasten möglich, was sich beim Timberjack sofort in einer geringeren Anzahl von Rückefahrten niederschlägt und bei einzelnen Rückefeldern sogar zu niedrigeren Kosten führt als beim Unimog.
In der Periode 4/5 Hieb 2 ist der Timberjack dem Unimog bereits vollständig (auf allen Rückefeldern) überlegen.
Bei dieser Sachlage erscheint es durchaus zulässig, in der Kalkulation den Timberjack auch bei Schwachholzhieben einzusetzen, so daß stets das gleiche Rückemittel verwendet wird, wodurch eine bessere Vergleichsbasis bei den einzelnen Betriebsformen gegeben ist.

Tabelle 2

Gegenüberstellung der Rückekosten (DM) beim Timberjack und leichten Unimog

(Multiplikator: Anzahl der Fahrten)

Betriebsform Periode, Hieb	Zone und Rückefeld	$1a_1, a_2$	$1b_1, b_2$ $1e_1, e_2$	$1c_1, c_2$ $1d_1, d_2$	$2a_1, a_2+3a_1, a_2$ $2d_1, d_2+3d_1, d_2$	$2b_1, b_2+3b_1, b_2$ $2c_1, c_2+3c_1, c_2$	$4a_1, a_2+5b_1, b_2$ $4d_1, d_2+5e_1, e_2$	$4b_1, b_2+5c_1, c_2$ $4c_1, c_2+5d_1, d_2$	$5a_1, a_2$
Kahlschlagbetrieb, Periode 3/4, Hieb 2	Unimog	7,44	7,87	7,96	2 · 8,04 = 16,08	2 · 8,09 = 16,18	2 · 7,67 = 15,34	2 · 7,75 = 15,50	7,44
(bei Hieb 1 fällt noch kein Stammholz an)	Timberjack		10,78		2 · 11,11 = 22,22	2 · 11,22 = 22,44	je 11,11		
		Sammel- → je 10,49		fahrt ←				Sammel- → 2 · 10,80 = 21,60	fahrt ←
Kahlschlagbetrieb, Periode 4/5, Hieb 1	Unimog	2 · 5,78 = 11,56	2 · 6,80 = 13,60	2 · 6,86 = 13,72	6 · 7,35 = 44,10	6 · 7,41 = 44,46	5 · 6,55 = 32,75	5 · 6,61 = 33,05	2 · 5,78 = 11,56
	Timberjack	8,72	2 · 9,55 = 19,10	2 · 9,65 = 19,30	4 · 9,71 = 38,84	4 · 9,77 = 39,08	4 · 9,49 = 37,96	4 · 9,57 = 38,28	8,72
Kahlschlagbetrieb, Periode 4/5, Hieb 2	Unimog	3 · 4,04 = 12,12	4 · 5,24 = 20,96	4 · 5,30 = 21,20	10 · 5,49 = 54,90	10 · 5,55 = 55,50	9 · 5,05 = 45,45	9 · 5,11 = 45,99	3 · 4,04 = 12,12
	Timberjack	2 · 5,79 = 11,58	3 · 6,17 = 18,51	3 · 6,23 = 18,69	8 · 6,85 = 54,80	8 · 6,92 = 55,36	7 · 6,37 = 44,59	7 · 6,45 = 45,15	2 · 5,79 = 11,58

Durchschnittliche Lastgröße (fm) je Fahrt

Kahlschlagbetrieb, Periode 3/4, Hieb 2	Unimog	1,35	2,03	2,03	2,70	2,70	2,37	2,37	1,35
	Timberjack	1,35	2,03	2,03	2,70	2,70	2,37	Sammel- → 3,04	fahrt ←
Kahlschlagbetrieb, Periode 4/5, Hieb 1	Unimog	1,97	2,96	2,96	2,67	2,67	2,76	2,76	1,97
	Timberjack	3,94	2,96	2,96	3,94	3,94	3,45	3,45	3,94
Kahlschlagbetrieb, Periode 4/5, Hieb 2	Unimog	2,43	2,74	2,74	2,92	2,92	2,84	2,84	2,43
	Timberjack	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65

Beim Nadelschichtholz wird ebenfalls mit dem Knickschlepper (Timberjack) gerückt, wobei im Huckepackverfahren immer nur 2 Bündel transportiert werden können. Als Kalkulationsunterlage diente die Untersuchung von KULUŠIĆ (1971). Es ist zwar nicht üblich, Schichtholz mit dem Timberjack zu rücken; überall dort jedoch, wo diese Maschine zum Rücken des Starkholzes benutzt wird, findet sie auch beim Rücken des Schichtholzes Verwendung. Es lohnt sich nicht, für geringe Schichtholzmengen ein anderes, geeigneteres Rückemittel zum Arbeitsort zu bringen. Dieser Fall wurde auch bei den Modelluntersuchungen unterstellt. KULUŠIĆ gibt in Tabelle 48 die Leistung in rm und fm/Std. beim Rücken von gebündeltem Schichtholz mit Timberjack in Abhängigkeit von der Rückeentfernung an. Bei der Leistung in fm/Std. unterstellte er, da das Schichtholz (offensichtlich) in Rinde bleibt, einen Umrechnungsfaktor von 0,88 fm = 1 rm. In unserem Falle wird für Schichtholz ohne Rinde (und praxisüblich) der Faktor von 0,7 fm = 1 rm gewählt. Die Leistung in rm/Std. wurde dementsprechend umgerechnet. Es ergeben sich für die verschiedenen Rückeentfernungen folgende Werte:

Distanz in m	200	400	600	800	1000	
rm/Std.	12,50	8,30	6,20	4,96	4,13	1 rm = 0,7 fm
fm/Std.	8,75	5,81	4,34	3,47	2,89	

Bei 2Mann-Einsatz gilt für den Timberjack ein Kostensatz von 60.- DM je Betriebsstunde.
Für die obigen Leistungsdaten ergeben sich dann folgende Kosten:

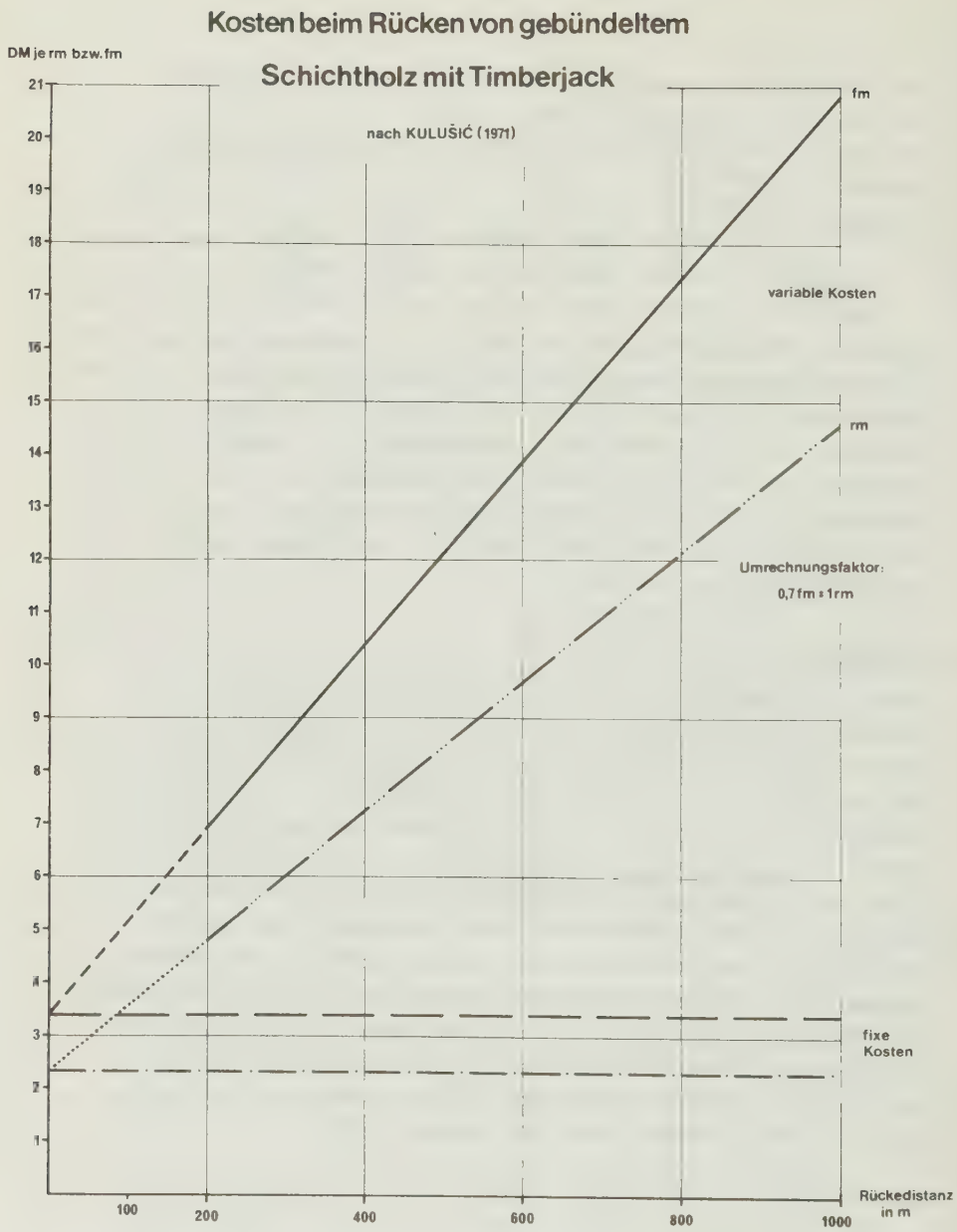
Distanz in m	200	400	600	800	1000
DM/rm	4,80	7,23	9,68	12,10	14,53
DM/fm	6,86	10,33	13,82	17,30	20,76

Diese Werte wurden graphisch aufgetragen (s. Abb. 28). Es ergeben sich zwei Geraden. Von diesen lassen sich für wechselnde Rückeentfernungen die entsprechenden Kosten ablesen. Extrapoliert man die Geraden bis zur Entfernung 0, so kommt man zu den Fixkosten, die pauschal bei allen Rückefahrten (s. Kalkulationsbeispiel im Anhang) für die Lastenbildung, das Abhängen, Rangieren und Wenden sowie Poltern unterstellt wurden.

5.2 Sonstige Betriebsarbeiten

Unter dem Begriff "Sonstige Betriebsarbeiten" werden alle Maßnahmen zusammengefaßt, die außer beim Holzeinschlag, dem Rücken und Entrinden im Laufe des Bestandeslebens anfallen. Sie sind keineswegs weniger wichtig, stellen aber keine so eindeutig geschlossenen, arbeitstechnischen Systeme dar. Es handelt sich um eine Vielfalt von Maßnahmen, die sich nur in Form einer Einzelzusammenstellung erfassen lassen (s. Tab. 3 und 4 als Beispiel für den Kahlschlagbetrieb). Dabei steht die Notwendigkeit der Durchführung dieser Maßnahmen nicht immer außer Frage. Neben den unbedingt notwendigen Betriebsarbeiten ist es z.T. Ermessenssache, welche Maßnahme man berücksichtigt oder nicht. Im vorliegenden Fall sind wir von der Prämisse einer eher intensiven als extensiven forstlichen Wirtschaftsführung ausgegangen.

Abb.28



Unterstellte Betriebskosten: 60,-DM bei 2-Mann-Einsatz

riode lters-anne)	Betriebsmaßnahme (Folgemaßnahme, Nebenarbeit)	Maßeinheit (Fläche, Stückzahl, Entfernung etc.)	Gerät, Maschine	Zeitaufwand je Einheit: Handarbeit	Zeitaufwand je Einheit: Maschinenarbeit	Personalkosten je Std. Maschine	u. (I Ha ar
0/1 -5/10) Jahre	Pflanzentransport u. Einschlag	Transportentfernung: hin u. zurück = 10 km (1 Std.) bei 33.500 Pflanzen (für 5 ha) = 3 Transporte	Schlepper mit Anhänger	4 Std./ha	3 Std. (30 km = 0,6 Std./ha	30.-	5
0/1	Kulturbegründung (Winkelpflanzung) Ndh.: Verband 2x1,5 m Lbh.: 6 Gruppen a' ca. 3 ar	Kulturfläche: 5 ha, Pflanzenzahl je ha: Ta = 1.000 Stck. Fi = 1.700 " Bu = 4.000 "	Wiedehopfhaue	0,8- 1,2 Min./Pfl.; je ha: Ta=20 Std. Fi=28 " Bu=53 "	./.	./.	Ta= 26 Fi= 36 Bu= 68 1. 31
/1	Düngung der Ta	Ta: 1.000 Stck./ha	./.	4 Std./Tsd.	./.	./.	5
0/1	Transport von Zaunmaterial	Transportentfernung (hin und zurück) = 10 km, 2 Transporte	Schlepper mit Anhänger	2x2 Std. = 0,8 Std./ha	2 Std. = 0,4 Std./ha	30.-	1 ~1
/1	Zaunbau (Itzelberger Zaun)	Kulturfläche: 5 ha; Zaunlänge: 140x350 m = 980 m; 4 Überstiege (auf 5 ha)	Zaunschlitten, Handramme etc.	4,5 Min./lfm. = 73,5 Std. = 14,7 Std./ha +2 Std./5 ha = 0,4 Std./ha ~15 Std./ha	./.	./.	19
0/1	Nachbesserung (beim Ndh.)	10% der Kulturfläche (beim Ndh.) Pflanzenzahl je ha Ta = 100 Stck. Fi = 170 "	Wiedehopfhaue	1,5 Min./Pfl., je ha Ta=2,5 Std. Fi=4,3 "	./.	./.	Ta= 3 Fi= 5 8 ~8
0/1	Kulturpflege (Reinigung)	Kulturfläche: 5 ha (Transportentfernung dorthin = 10 km)	Rückenspritze, Schlepper mit Wasserbehälter	8 Std./ha	0,5 Std./ha	30.-	10
0/1	Wege - Unterhalt	Länge des berg-u. talseitigen Wegeabschnitts: 140m·2=280m:5 ha =56 lfm·1/2 Wegbreite=28 lfm/ha	Schaufel etc.; Pflegegerät (Unimog mit Planierschild	1 Min./lfm/Jahr = 28 Min/ha ~0,46 Std./ha	0,5 Min./lfm =14 Min./ha 0,23 Std./ha	35.-	~

eim Kahlschlagbetrieb

Handarbeit = 13.- DM/Std.

Maschinen (DM) je ha Hand-arb.	Maschine	Material: Art	Material: Menge je Einheit(ha)	Material: Kosten (DM) je ha	Kostensumme (Handarbeit, Maschinen-u. Materialkosten) DM/ha	Häufigkeit der Durchführung (in der Periode)	Gesamtkosten (DM) je ha
2.-	18.-	Ta 2/3 Fi 2/1 Bu-Wildlinge	5.000 Stck. 8.500 " 20.000 " insges.	./.	70.-	1	70.-
0.- 4.- 9.- 3.-	./.	Ta 2/3 Fi 2/1 Bu-Wildl. (2/0)	je ha/ 1.000 Stck. 1.700 " 4.000 "	je Tsd. ha 280.- 280.- 150.- 255.- 40.- 160.- 695.-	2.008.- ~ 2.010.-	1	2.010.-
2.-	./.	Nitrophoska blau	1.Mal=40 g 2.u.3.Mal = 70g/Pfl. i.D.60g/Pfl. =60Kg/ha	24.-/ha	76.-	3	228.- ~ 230.-
0,50 1.-	12.-	Drahtgefl., Pfosten, Streben, Spann-u. Binde-draht etc.	20 Rollen à 50 m = 1.000 m (für 5 ha)	./.	22,50 ~ 23.-	1	23.- ~ 25.-
5.-	./.	Sechseckge-flecht (76x1,2x1400) Spann-u.Bin-dedraht,Nägel Krampen, Pfosten, Streben, Häringe	20 Rollen à 50 m = 1.000 m (4 Rollen pro ha)	150.-/100 lfm. =300.-/ha	495.-	1	495.-
2,50 6.- 8,50 9.-	./.	Ta 2/4 Fi 2/2	je ha: 100Ø Stck. 170 "	je Tsd. ha 320.- 32.- 200.- 34.- 66.-	155.-	1	155.-
4.-	15.-	Tormona 80 Benzin Wasser	2 Liter 3 "	40.- 2.- 42.-	161.- ~160.-	2	320.-
6.-	~ 8.-	Erd- u. Steinma-terial		0,08/lfm 2.- /ha	16.-/ha/Jahr (0,60 /lfm)	(7=Perio-denlänge)	112.- ~ 110.-

iode ters- nne)	Betriebsmaßnahme (Folgemaßnahme, Nebenarbeit)	Maßeinheit (Fläche, Stückzahl, Entfernung etc.)	Gerät, Maschine	Zeitaufwand je Einheit: Handarbeit	Zeitaufwand je Einheit: Maschinenarbeit	Personalkosten je Std. Maschine	u.Ma (DM) Hand arb.
/2 10-7 10-15) ahre	Zaununterhalt	Kulturzaun von 980 m Länge	Kleines Handwerkzeug (Zange etc.)	10 Std. bei 1.000 m = 2 Std./ha	./.	./.	26.
/2	Dickungspflege: Aushieb von Weichhölzern u. Protzen, Mischwuchsregulierung)	Pflegefläche: 5 ha	Axt, Heppe	20 Std./ha	./.	./.	260.
/2	Wege-Unterhalt	Länge des pflegebedürftigen Wegeabschnitts = 28 lfm/ha	siehe oben	s.o.	s.o.	s.o.	s.o
/3 -20= bis Jahre	Zaunabbau	Kulturzaun von 980 m Länge	Kleines Handwerkzeug, Axt etc.	15 Std. bei 1.000 m = 3 Std./ha	./.	./.	39
/3	Stammzahlregulierung	Fi- u. Ta-Anteil der Kultur (80%)	Axt, EMS	15 Std./ha (bei 80%)	6 Std./ha	3,50	195
/3	Stammzahlregulierung	Bu-Anteil der Kultur (20%)	Streichpinsel	3 Std./ha (bei 20%)	./.	./.	39
/3	Gewinnung von Christbäumen	50 Stck./ha	Axt	7,5 Min./ Stck. ~ 6,3 Std./ha	./.	./.	~ 82
/3	Ästungen	400 Bäume/ha, auf 3 m (Reichhöhe)	Baumsäge	5 Min./ Stck. = 33,3 Std./ha	./.	./.	~ 433
/3	Wege-Unterhalt	Länge des pflegebedürftigen Wegeabschnitts = 28 lfm/ha	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o
/4 -55) Jahre	Ästung der Spitzenstämme	200 Bäume/ha, auf 9 m Höhe	Kletter-säge	10 Min./ Stck. = 33,3 Std./ha	8 Min./ Stck. ~ 27 Std./ ha	5.-	~ 433
/4	Instandsetzung der Rückegassen	Rückegassenlänge = 280 lfm/ha	Schaufel etc.	0,7 Min./ lfm. =3,3 Std./ha	./.	./.	~ 43
/4	Wege-Unterhalt	Länge des pflegebedürftigen Wegeabschnitts = 28 lfm/ha	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o
/5 -90) Jahre	Instandsetzung der Rückegassen	Rückegassenlänge =280 lfm/ha	s.o.	s.o.	./.	./.	s.o

m Kahlschlagbetrieb

Handarbeit = 13.- DM/Std.

.schinen je ha .-	Ma-schine	Material Art	Menge je Einheit(ha)	Kosten (DM) je ha	Kostensumme (Handarbeit, Maschinen-u. Material-kosten) DM/ha	Häufigkeit der Durch-führung (in der Periode)	Gesamt-kosten(DM) je ha
-	./.	Bindedraht etc.			26.-	2	52.- ~50.-
-	./.	./.	./.	./.	260.-	1	260.-
.	s.o.	s.o.		s.o.	16.-/ha/Jahr (~0,60/lfm)	(8=Perio-denlänge)	128.- ~130.-
.-	./.	./.	./.	./.	39.-	1	39.- 40.-
.-	21.-	./.	./.	./.	216.-	1	216.- ~215.-
.-	./.	Tormona 100 Dieselöl	1 Liter 33 "	20.- 16.-	75.-	1	75.-
.-	./.	./.	./.	./.	82.-	1	82.- ~80.-
.-	./.	./.	./.	./.	433.-	1	433.- ~435.-
.	s.o.	s.o.		s.o.	16.-/ha/Jahr (~0,60/lfm)	(20=Perio-denlänge)	320.-
.-	135.-	./.	./.	./.	568.-	1	568.- ~570.-
.-	./.	Erd-u.Stein-material (z. T.örtl.vorh.)		~0,04/lfm =10.-/ha	53.- (je Hieb)	2(Hiebe i.d.Perio-de)	106.- ~105.-
.	s.o.	s.o.		s.o.	16.-/ha/Jahr (~0,60/lfm)	(20=Perio-denlänge)	320.-
.	./.	s.o.		s.o.	53.- (je Hieb)	2(Hiebe i.d.Perio-de)	106.- ~105.-

riode lters-anne)	Betriebsmaßnahme (Folgemaßnahme, Nebenarbeit)	Maßeinheit (Fläche, Stückzahl, Entfernung etc.)	Gerät, Maschine	Zeitaufwand je Einheit		Personalkosten	u (
				Handarbeit	Maschinenarbeit	je Std. Maschine	E a
4/5	Wege-Unterhalt	Länge des pflegebedürftigen Wegeabschnitts = 28 lfm/ha	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	
5/6 0-130) Jahre	Instandsetzung der Rückegassen	Rückegassenlänge = 280 lfm/ha	s.o.	s.o.	./.	./.	
5/6	Wege-Unterhalt	Länge des pflegebedürftigen Wegeabschnitts = 28 lfm/ha	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	
6/0	Schlagräumung (Kürzen des Schlagreisigs u. auf Haufen schieben)	Schlagfläche (5 ha)	Axt u. EMS, außerdem 1 Schlepper	15 Std./ha	10 Std./ha 3 Std./ha	3,50 30.-	1
6/0	Instandsetzung der Rückegassen	Rückegassenlänge = 280 lfm/ha	s.o.	s.o.	./.	./.	

beim Kahlschlagbetrieb

Handarbeit = 13.- DM/Std.

.Maschinen-DM) je ha and-rb.	Ma-schine	Material Art	Menge je Einheit(ha)	Kosten (DM) je ha	Kostensumme (Handarbeit, Maschinen-u. Material-kosten)DM/ha	Häufigkeit der Durch-führung (in der Periode)	Gesamt-kosten(D je Ha
s.o.	s.o.	s.o.		s.o.	16.-/ha/Jahr (~0,60/lfm)	(35=Perio-denlänge)	560.-
s.o.	./.	s.o.		s.o.	53.- (je Hieb)	3 (Hiebe) i.d.Perio-de	159.- ~160.-
s.o.	s.o.	s.o.		s.o.	16.-/ha/Jahr (~0,60/lfm)	(40=Perio-denlänge)	640.-
95.-	35.- 90.-	./.	./.	./.	320.-	1	320.-
2.o.	./.	s.o.		s.o.	53.- (je Hieb)	3(nach Abtrieb)	159.- ~160.-

Tabelle 4

Sonstige Betriebsarbeiten beim Kahlschlagbetrieb

Zeit- u.Kostenaufwand der Perioden u. der Umtriebszeit

Periode	Zeit- u. Kostenaufwand je ha				Material	Kostenaufwand je ha
	Handarbeit		Maschinenarbeit			
	Std.	Kosten	Std.	Kosten	Kosten je ha	insgesamt
0/1	158,8	2.066,-	3,6	116.-	1.231.-	3.413.-
1/2	27,68 ~27,7	360.-	1,84 ~1,8	64.-	16.-	440.-
2/3	69,8	908.-	10,6	181.-	76.-	1.165.-
3/4	49,1	639.-	31,6	295.-	60.-	994.-
4/5	22,7	296.-	8,05 ~8,1	280.-	90.-	666.-
5/6	28,3	369.-	9,2	320.-	110.-	799.-
6/0	24,9	324.-	13,0	125.-	30.-	479.-
Sa.	381,3	4.962.-	77,9	1.381.-	1.613.-	7.956.-

Die einzelnen, in der Tabelle 3 aufgeführten Maßnahmen wurden in die Periode eingeordnet, in der sie überwiegend zur Durchführung kommen. Die Instandsetzung der Rückegassen wurde allerdings an die einzelnen Hiebe gekoppelt, weil davon ausgegangen wird, daß nach jedem Hieb und dem anschließenden Rücken die Notwendigkeit besteht, die Rückegassen neu herzurichten. Beim Kahlschlagbetrieb wurde unterstellt, daß nach Abtrieb des Altholzbestandes der Instandsetzungsaufwand 3 mal so hoch ist wie bei den vorangegangenen Hieben. Im Gegensatz zur hiebsgebundenen Instandsetzung der Rückegassen bleibt der Aufwand für den Wege-Unterhalt von Jahr zu Jahr konstant, ist jedoch, entsprechend der Periodenlänge, verschieden hoch. Beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag tritt eine Überlappung zwischen dem Ende des gegenwärtigen und dem Beginn des Folgebestandes ein, denn die Endnutzung des Altbestandes findet zur gleichen Zeit statt wie die Verjüngung des zukünftigen Bestandes. Dadurch entfällt jeweils nur die Hälfte des konstant bleibenden Aufwandes für den Wege-Unterhalt je Jahr auf das Ende des vorhandenen Alt- und den Beginn des entstehenden Jungbestandes. Wegen der Vergleichbarkeit mit dem Kahlschlagbetrieb, bei dem dieser Überlappungseffekt nicht eintritt, wurde jedoch sowohl am Anfang als auch am Ende der Umtriebszeit mit dem vollen Aufwand für den Wege-Unterhalt kalkuliert.

Die einzelnen Maßnahmen der "Sonstigen Betriebsarbeiten" können nach verschiedenen Verfahren durchgeführt werden. Bei der Auswahl der Verfahren wurden neuzeitliche Arbeitsmethoden, die als rationell bekannt sind, bevorzugt. Von diesem Prinzip wurde abgewichen, wenn ein Verfahren zwar nicht das modernste, aber am weitesten verbreitet ist. So gilt der Stützenzaun als günstiger im Zeit- und Kostenaufwand, allgemein verbreitet ist jedoch der Itzelberger Zaun, so daß dieser bei der Kalkulation berücksichtigt wurde.

Die für die Kalkulation benötigten Zeit- und Kostendaten entstammen im wesentlichen den Merkblättern der Forstdirektionen und Waldarbeitsschulen Baden-Württembergs. Außerdem standen Stücklohnvereinbarungen und Aufwandszusammenstellungen von Forstämtern zur Verfügung. Darüberhinaus wurden veröffentlichte Ergebnisse von Zeitstudien und Kostenberechnungen verwendet. Falls diese Unterlagen einige Jahre zurücklagen, wurde lediglich der Zeitaufwand herangezogen und dieser auf seine Aktualität geprüft und entsprechend bewertet.
Soweit Betriebsformunterschiede nicht schon durch die Art der Maßnahme, das Verfahren oder die Intensität (Häufigkeit) der Durchführung zum Ausdruck kommen, wurde der Zeitaufwand im Anhalt an bislang praxisübliche, bestandesbedingte Schwierigkeitszuschläge gutachtlich erhöht. Dieser Fall tritt z.B. auf, wenn die Begehbarkeit des Geländes durch vorhandene Verjüngung eingeschränkt ist, was bestimmte Arbeiten, wie Ästungen im Plenterbetrieb, erschweren kann, vom niedrigeren Kronenansatz und stärkerer Abholzigkeit der Stämme ganz abgesehen.
Beim Zeitaufwand mußte im Hinblick auf die Kosten zwischen Hand- und Maschinenarbeit unterschieden werden. Für die Handarbeit wurden einheitlich 13.- DM/Std. unterstellt. Bei der Maschinenarbeit wurden folgende Betriebsstundenkosten zu Grunde gelegt:

Schlepper	=	30.-- DM (35.- DM mit Zusatzgerät)
Klettersäge	=	5.-- DM
EMS	=	3,50 DM

Art, Menge und Kosten des benötigten Materials wurden ebenfalls den oben angeführten Unterlagen entnommen und an Hand aktueller Preislisten und -vorstellungen notfalls korrigiert.

Die Ergebnisse der detaillierten Kalkulationen wurden, ihrer Zugehörigkeit entsprechend, zusammengefaßt (s. Tab. 5 und 6).
Auf Pflanzung wird im Plenterbetrieb ganz verzichtet. Beim Femelschlagbetrieb wird zwar eine geringfügige Ausbesserung angenommen, doch ist der dafür benötigte Aufwand gering. Beim Zonenschirmschlag ist diese Maßnahme, im Vergleich Zum Kahlschlagbetrieb, ebenfalls nicht sehr bedeutungsvoll, stellt aber immerhin den drittgrößten Aufwandsposten dar. Wegen der ausschließlich künstlichen Verjüngung ist die Kulturbegründung beim Kahlschlagbetrieb die aufwendigste Maßnahme bei den Sonstigen Betriebsarbeiten und erfordert den frühzeitigen Einsatz eines relativ hohen Kapitals. Teure Großpflanzen werden jedoch nicht verwendet. Es wird aber angenommen, daß bei Ta und Fi eine Nachbesserung erforderlich ist.
Im Forstschutz (gegen Wild) wird bei den Naturverjüngungsverfahren ausnahmslos Einzelschutz angewendet. Infolge der stufigen Verjüngung wäre ein Zaun unrationell, da nur ein Bruchteil der Verjüngung auf der eingezäunten Fläche geschützt zu werden braucht. Wegen der Länge des Verjüngungszeitraumes müßten auch mehrere Zäune nacheinander gebaut werden. - Bei Anwendung des Einzelschutzes hat der Zonenschirmschlag den geringsten Aufwand, doch besteht zum Plenterbetrieb und Femelschlagbetrieb kein großer Unterschied. Beim Kahlschlagbetrieb erhöht sich dagegen, infolge des Zaunbaus, der Aufwand beträchtlich, vor allem bei den Materialkosten.
Bei der Mischwuchsregulierung (Reinigung) übertrifft der Aufwand beim Zonenschirmschlag den aller anderen Betriebsformen. Ursache ist der höhere Anteil an Bu-Naturverjüngung, der zurückgedrängt werden muß.

Tabelle 5

Zeit- und Kostenaufwand je ha bei den "Sonstigen Betriebsarbeiten" der verschiedenen Betriebsformen

Betriebsarbeiten	Handarbeit Std.	Handarbeit Kosten	Maschinenarbeit Std.	Maschinenarbeit Kosten	Material-Kosten	Kosten insgesamt DM	Kosten insgesamt %
Plenterbetrieb							
Pflanzung (Kulturbegründung, Ausbesserung)	-	-	-	-	-	-	-
Forstschutz (Zaunbau, Einzelschutz)	15,0	195.-	-	-	39.-	234.-	4
Mischwuchsregulierung (Reinigung)	-	-	-	-	-	-	-
Jungwuchs- bzw. Dickungspflege	39,0	507.-	-	-	-	507.-	9
Bestandespflege, Stammzahlregulierung	-	-	-	-	-	-	-
Gewinnung von Christbäumen	6,5	84.-	-	-	-	84.-	2
Ästungen	156,0	2.028.-	-	-	-	2.028.-	36
Schlagräumung	-	-	-	-	-	-	-
Instandsetzung der Rückegassen	43,0	559.-	-	-	130.-	689.-	12
Wege-Unterhalt	60,0	780.-	30,0	1.040.-	260.-	2.080.-	37
Insgesamt	319,5	4.153.-	30,0	1.040.-	429.-	5.622.-	100
Indices (Kahlschlagbetrieb = 100)	84	84	38	75	27	76	71
Femelschlagbetrieb							
Pflanzung (Kulturbegründung, Ausbesserung)	15,30	199.-	-	-	-	199.-	3
Forstschutz (Zaunbau, Einzelschutz)	15,4	200.-	-	-	50.-	250.-	4
Mischwuchsregulierung (Reinigung)	20,0	260.-	0,4	12.-	84.-	356.-	5
Jungwuchs- bzw. Dickungspflege	25,0	325.-	8,0	28.-	-	353.-	5
Bestandespflege, Stammzahlregulierung	21,0	273.-	7,0	24.-	55.-	352.-	5
Gewinnung von Christbäumen	43,8	570.-	-	-	-	570.-	9
Ästungen	108,2	1.407.-	23,0	115.-	-	1.522.-	23
Schlagräumung	12,8	166.-	9,2	32.-	-	198.-	3
Instands.d.Rückegassen	39,6	516.-	-	-	120.-	636.-	10
Wege-Unterhalt	61,4	798.-	30,6	1.064.-	268.-	2.128.-	33
Insgesamt	362,0	4.714.-	78,0	1.275.-	575.-	6.564.-	100
Indices (Kahlschlagbetrieb = 100)	95	95	100	92	36	96	83

noch Tabelle 5

Zeit- und Kostenaufwand je ha bei den "Sonstigen Betriebsarbeiten" der verschiedenen Betriebsformen

Zonenschirmschlag

Betriebsarbeiten	Handarbeit Std.	Handarbeit Kosten	Maschinenarbeit Std.	Maschinenarbeit Kosten	Material-Kosten	Kosten insgesamt DM	Kosten insgesamt %
Pflanzung (Kulturbegründung, Ausbesserung)	34,00	442.-	0,30	1,80	340.-	784.-	12
Forstschutz (Zaunbau, Einzelschutz)	10,00	130.-	-	-	50.-	180.-	3
Mischwuchsregulierung, Reinigung	24,00	312.-	0,80	24.-	84.-	420.-	6
Jungwuchs- bzw. Dickungspflege	20,00	260.-	6,00	21.-	-	281.-	4
Bestandespflege, Stammzahlregulierung	20,00	260.-	6,00	21.-	75.-	356.-	5
Gewinnung von Christbäumen	21,90	285.-	-	-	-	285.-	4
Ästungen	99,90	1.299.-	23,00	115.-	-	1.414.-	22
Schlagräumung	16,40	214.-	11,60	40.-		254.-	4
Instandsetzung der Rückegassen	33,00	430.-	-	-	100	530.-	8
Wege-Unterhalt	58,88	768.-	29,44	1024.-	256.-	2.048.-	32
Insgesamt	338,10	4.400.-	77.-	1247.-	905.-	6.552.-	100
Indices (Kahlschlagbetrieb = 100)	88	89	99	90	56	90	82

Kahlschlagbetrieb

Pflanzung (Kulturbegründung, Ausbesserung)	123,80	1.624.-	0,60	18.-	833.-	2.475.-	31
Forstschutz (Zaunbau, Einzelschutz)	22,00	286.-	0,40	12.-	300.-	598.-	8
Mischwuchsregulierung, Reinigung	16,00	206.-	1,00	30.-	84.-	320.-	4
Jungwuchs- bzw. Dickungspflege	20,00	260.-	-	-	-	260.-	3
Bestandespflege, Stammzahlregulierung	18,00	234.-	6,00	21.-	36.-	291.-	3
Gewinnung von Christbäumen	6,30	82.-	-	-	-	82.-	1
Ästungen	66,60	865.-	27,00	135.-	-	1.000.-	13
Schlagräumung	15,00	195.-	13,00	125.-	-	320.-	4
Instandsetzung der Rückegassen	33,00	430.-	-	-	100.-	430.-	6
Wege-Unterhalt	59,78	780.-	29,89	1040.-	260.-	2.080.-	27
Insgesamt	381,00	4.962.-	77,00	1381.-	1.613.-	7.956.-	100

Tabelle 6

Jährlicher Kostenaufwand bei den "Sonstigen Betriebsarbeiten" im Durchschnitt einer ganzen Umtriebszeit

Betriebsarbeiten	Plenterbetrieb			Femelschlagbetrieb			Zonenschirmschlag			Kahlschlagbetrieb		
	DM je ha	DM je fm	%	DM je ha	DM je fm	%	DM je ha	DM je fm	%	DM je ha	DM je fm	%
Pflanzung (Kulturbegründung, Ausbesserung)	-	-	-	1,53	0,22	3	6,03	0,91	12	19,04	2,83	31
Forstschutz (Zaunbau, Einzelschutz)	1,80	0,28	4	1,92	0,27	4	1,38	0,21	3	4,60	0,68	8
Mischwuchsregulierung, Reinigung	3,90	0,61	9	2,74	0,39	5	3,23	0,49	6	2,46	0,37	4
Jungwuchs- bzw. Dickungspflege				2,72	0,39	5	2,16	0,33	4	2,00	0,30	3
Bestandespflege, Stammzahlregulierung	-	-	-	2,71	0,39	5	2,74	0,41	5	2,24	0,33	3
Gewinnung von Christbäumen	0,65	0,10	2	4,38	0,63	9	2,19	0,33	4	0,63	0,09	1
Ästungen	15,60	2,44	36	11,71	1,67	23	10,88	1,64	22	7,69	1,14	13
Schlagräumung	-	-	-	1,52	0,22	3	1,95	0,29	4	2,46	0,37	4
Instandsetzung der Rückgassen	5,30	0,83	12	4,89	0,70	10	4,08	0,61	8	4,08	0,61	6
Wege-Unterhalt	16.-	2,50	37	16,37	2,33	33	15,75	2,37	32	16.-	2,37	27
Insgesamt	43,25	6,76	100	50,50	7,20	100	50,39	7,59	100	61,20	9,09	100

Die Jungwuchs- bzw. Dickungspflege stellt beim Plenterbetrieb die wesentlichste Betriebsarbeit im Rahmen der Bestandespflege dar. Der Plenterbetrieb liegt aufwandsmäßig hier am höchsten, gefolgt vom Femelschlagbetrieb, Zonenschirmschlag und Kahlschlagbetrieb. Zwischen den letzten drei Betriebsformen sind die Aufwandsunterschiede allerdings nicht sehr groß.
Die Stammzahlregulierung ist eine relativ späte Pflegemaßnahme und entspricht in etwa der Läuterung. Sie erfordert beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag etwa den gleichen Aufwand. Beim Kahlschlagbetrieb ist der Aufwand wegen des reglementierten Bestandesaufbaus etwas geringer.
Bei der Christbaumnutzung hängt der Aufwand direkt von der Zahl der Christbäume ab, die gewonnen werden können. Sie ist beim Femelschlagbetrieb am höchsten. Entsprechend hoch ist auch der Aufwand. Er übertrifft den beim Zonenschirmschlag um etwa das Doppelte. Bei den übrigen beiden Betriebsformen spielt die Gewinnung von Christbäumen nur eine untergeordnete Rolle.
Zur Wertästung kommt beim Plenterbetrieb noch die Schirmdruckästung. Dadurch erhöht sich der Aufwand beträchtlich. Außerdem wird die Ästung nur von Hand ausgeführt, da sich der Einsatz einer Klettersäge bei der geringen Zahl der im Jahrzehnt neu zu ästenden Stämme (16 Stück) nicht lohnt. Den nächst niedrigeren Aufwand hat der Femelschlagbetrieb. Dann folgt der Zonenschirmschlag. Der Kahlschlagbetrieb ist, z.T. auf Grund eines einheitlicheren Bestandesaufbaus, einer geringeren Variabilität der Stammdurchmesser und einer ggf. leichteren Z-Stamm-Auslese beim Ästungsaufwand am günstigsten.

Die Schlagräumung ist beim Kahlschlagmodell am aufwendigsten, da sie konzentriert nach dem Abtrieb des Vorbestandes anfällt. Wegen des späteren Periodenvergleichs zwischen den verschiedenen Betriebsformen wurde sie in die Periode 6/0 eingestuft und an das Ende des Kahlschlagmodells gesetzt, d.h. dem dortigen Altbestand zugeordnet, obwohl man einen Fi-Ta-Bu-Mischbestand, auch wenn er künstlich begründet wurde, wohl kaum mit einem Schlag nutzen, sondern versuchen wird, diesen natürlich zu verjüngen.
Beim Zonenschirmschlag und Femelschlagbetrieb entstehen ebenfalls, wenn auch geringere Schlagräumungskosten.
Beim Plenterbetrieb entfällt die Schlagräumung ganz.
Die Instandsetzung der Rückegassen hängt von der Anzahl der Hiebe während der Umtriebs- bzw. Umlaufzeit ab, der Wege-Unterhalt direkt von der Länge der Produktionszeit. Da die einzelnen Betriebsformen etwa gleichlange Umtriebszeiten haben, ergeben sich keine großen Unterschiede.
Insgesamt schneidet der Plenterbetrieb bei den "Sonstigen Betriebsarbeiten" am günstigsten ab. Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag sind etwa gleich. Am teuersten ist der Kahlschlagbetrieb.

6. Zeit- und Kostenaufwand

In den vorangegangenen Kapiteln wurde gezeigt, auf welche Weise die Aufwandskalkulationen durchgeführt wurden und welche Voraussetzungen ihnen zu Grunde liegen. Nachfolgend sollen die Betriebsformen und Kombinationen hinsichtlich des Zeit- und Kostenaufwandes verglichen werden. Das geschieht einmal im Wege des Periodenvergleichs, zum anderen in Form der Gesamtaufwendungen über die ganze Umtriebszeit hinweg. Wir beschränken uns dabei vorerst auf die statische Betrachtungsweise und vernachlässigen den Zeitfaktor.

6.1 Periodenvergleich

Beim Periodenvergleich handelt es sich um die Zusammenstellung von Zeit- und Kostenaufwendungen für bestimmte, zwischen den einzelnen Teilzielen liegende Abschnitte der Bestandesentwicklung. Dadurch soll gezeigt werden, welche Aufwendungen bei den verschiedenen Betriebsformen notwendig sind, um gleichartige Teilziele zu erreichen. Die in der Tab. 7 aufgeführten Werte der Kombination 3 enthalten neben den Aufwandsdaten für die Sonstigen Betriebsarbeiten auch die der übrigen Maßnahmen: Holzeinschlag, Entrindung und Rücken. Allerdings beginnen diese Maßnahmen erst im Durchforstungsalter, also mit der Periode 3/4. Nachfolgend ist der Kostenaufwand aller Betriebsmaßnahmen periodenweise in Form von Indexwerten dargestellt.

Kostenindices der Betriebsmaßnahmen bei verschiedenen Perioden und Betriebsformen

Kombination 3 - Kahlschlagbetrieb = 100

Periode	Plenterbetrieb	Femelschlagbetrieb	Zonenschirmschlag
0/1		18	34
1/2		348	252
2/3		139	133
3/4		61	74
4/5		59	82
5/6		79	78
6/0		107	102
Insges.	66	82	86

Tabelle 7

Periodenvergleich des Zeit- und Kostenaufwandes je ha (prozentuale Aufschlüsselung) sämtlicher Betriebsarbeiten bei den verschiedenen Betriebsformen - Kombination 3

Plenterbetrieb

Periode	Handarbeit			Maschinenarbeit				Insgesamt			
	Std.	Kosten(DM)	%	Std.	%	Kosten(DM)	%	Std.	%	Kosten(DM)	%
Insg.	1.127,00	14.657.--	100	269,00	100	4.954.--	100	1.396,00	100	19.611.--	100

Femelschlagbetrieb

0/1	42,00	549.--	3	4,80	2	273.--	4	46,80	3	822.--	3
1/2	86,70	1.130.--	6	10,50	3	201.--	3	97,20	5	1.331.--	6
2/3	107,00	1.329.--	8	10,45	3	229.--	4	117,45	7	1.621.--	7
3/4	136,50	1.775,22	10	42,49	12	565,64	9	178,99	10	2.340,86	9
4/5	181,38	2.358,67	13	45,13	13	977,05	16	226,51	13	3.335,72	14
5/6	211,83	2.754,75	16	58,61	16	1.192,44	19	270,44	16	3.947,19	16
6/0	610,19	7.933,06	44	182,79	51	2.861,75	45	792,98	46	10.794,81	45
Insg.	1.375,00	17.892.--	100	355,00	100	6.300.--	100	1.730,00	100	24.192.--	100

Zonenschirmschlag

0/1	57,90	753.--	4	4,15	1	572.--	8	62,05	3	1.325.--	5
1/2	57,20	744.--	4	8,70	2	199.--	3	65,90	4	943.--	4
2/3	99,80	1.298.--	7	9,45	3	246.--	4	109,25	6	1.544.--	6
3/4	170,25	2.214,75	12	48,37	14	613,84	9	218,62	12	2.828,59	11
4/5	264,15	3.434,75	18	58,77	16	1.242,82	18	322,92	18	4.677,57	18
5/6	208,30	2.708,70	15	57,31	16	1.186,71	17	265,61	15	3.895,41	15
6/0	573,46	7.456,31	40	173,95	48	2.792,49	41	747,41	42	10.248,80	41
Insg.	1.431,00	18.609.--	100	360,65	100	6.853.--	100	1.791,00	100	25.463.--	100

Kahlschlagbetrieb

0/1	158,80	2.066.--	10	3,60	0,6	1.347.--	17	162,40	8	3.413.--	12
1/2	27,68	360.--	2	1,84	0,4	80.--	1	29,52	1	440.--	1
2/3	69,80	908.--	4	10,60	3	247.--	3	80,40	4	1.165.--	4
3/4	231,67	3.012,41	14	58,48	15	797,42	10	290,15	14	3.809,83	13
4/5	326,14	4.240,86	20	68,42	18	1.446,03	18	394,56	19	5.686,89	19
5/6	272,31	3.541,03	16	72,52	19	1.470,15	18	344,83	17	5.011,18	17
6/0	571,43	7.428,89	34	170,49	44	2.631,12	33	741,92	37	10.060,01	34
Insg.	1.658,00	21.558.--	100	386,00	100	8.029.--	100	2.044,00	100	29.587.--	100

Der Plenterbetrieb scheidet aus dem Periodenvergleich aus, da bei ihm alle 10 Jahre die gleichen Aufwendungen auftreten und sich deshalb keine Unterschiede aufzeigen lassen. Nur die Gesamtsumme ist vergleichbar. Bei den anderen Betriebsformen ergeben sich in den einzelnen Perioden z.T. recht markante Unterschiede.
In der Periode 0/1, welche mit dem Verjüngungsziel abschließt, kommt sehr deutlich zum Ausdruck, daß mit wachsendem Anteil künstlicher Verjüngung auch die Aufwendungen steigen. Während beim Femelschlagbetrieb kaum Aufwendungen zu verzeichnen sind, in der Aufwand beim Zonenschirmschlag, bedingt durch den Ta-Vorbau und die Einbringung von Fi am Außensaum, nicht zu übersehen. Beim Kahlschlagbetrieb werden die Kulturkosten noch durch die Düngung der Ta und den Zaunbau erhöht.
In der Periode 1/2, die der Jungwuchsphase entspricht, liegen die Aufwendungen beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag weitaus höher als beim Kahlschlagbetrieb, beim Femelschlagbetrieb sogar mehr als 3 mal so hoch. Hier zeigt sich der hohe Pflegeaufwand beim Naturverjüngungsbetrieb. Ein weiteres Merkmal dabei ist der hohe Anteil der Handarbeit, denn Jungwuchspflege, Mischwuchsregulierung und Einzelschutz lassen sich nur bedingt mechanisieren.

In der Periode 2/3 liegt die gleiche Tendenz vor wie in der vorhergehenden Periode, jedoch in abgeschwächter Form.
In den folgenden Perioden 3/4, 4/5 und 5/6 wird die unmittelbare Vergleichbarkeit durch die hinzukommende Holzernte (Holzeinschlag, Entrindung und Rücken) und als Folge größerer Unterschiede in der Periodenlänge erschwert. Die Perioden sind beim Kahlschlagbetrieb meist etwas länger, wodurch sich

z.B. der Aufwand für den Wege-Unterhalt, der direkt zeitabhängig ist, erhöht.
In der Periode 6/0 ist der Zeit- und Kostenaufwand beim Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag wegen der durch die Naturverjüngung in die Länge gezogenen Endnutzung und des infolge Lichtungszuwachs stärkeren Holzanfalls wieder höher als beim Kahlschlagbetrieb.
Insgesamt ist der Plenterbetrieb von allen Betriebsformen am günstigsten. Es folgt der Femelschlagbetrieb. Der Zonenschirmschlag hat noch höhere Aufwendungen, die höchsten der Kahlschlagbetrieb.

6.2 Gesichtspunkte zum Betriebsklassenvergleich

Im Periodenvergleich kommt die Höhe der Aufwendungen in den verschiedenen Altersphasen der einzelnen Betriebsformen zum Ausdruck. Die betreffenden Aufwandsdaten (s. Tabelle 7) gelten daher für bestimmte, mehrjährige Zeiträume. Eine Differenzierung ergibt sich, wenn die einzelnen Betriebsmaßnahmen auf die Jahre fixiert werden, in denen sie tatsächlich durchgeführt werden. Dadurch sind auch die jährlichen Aufwendungen festgelegt.
Die Fixierung der Betriebsmaßnahmen auf bestimmte Jahre setzt voraus, daß die Aufwendungen in der Regel zeitlich nacheinander auf derselben Fläche anfallen. Wird dagegen jedes Jahr mit einer Flächeneinheit ausgestattet und jede Fläche räumlich neben der anderen angeordnet, so kommt man zu einer Betriebsklasse ähnlich dem Normalwaldmodell.

Bei letzterem beträgt die Flächeneinheit im allgemeinen 1 ha. Diese Flächengröße bewirkt allerdings eine andere Einteilung in Hiebs- bzw. Rückefelder als bisher. Dadurch ändert sich die Einschlagsmasse je Rückefeld, eine der wichtigsten Größen für die Rückekalkulationen. Auch die Vorlieferdistanzen, die in die HET-Berechnungen eingegangen sind, werden anders. - Darüberhinaus lassen sich etwaige Bemühungen der Praxis, Betriebsmaßnahmen auf räumlich nahe oder nebeneinander gelegenen Flächen im Sinne einer Arbeitskonzentration zusammenzufassen und dadurch Aufwand einzusparen, kalkulatorisch nicht oder nur sehr schwer erfassen. - Diese Schwierigkeiten können aber dadurch behoben werden, daß man nicht wie üblich 1 ha als Flächeneinheit wählt, sondern es bei der 5 ha großen Modellfläche beläßt.
Im Prinzip ist ein Betriebsklassenvergleich mit 5 ha großen Flächeneinheiten ebenso möglich. Der Faktor Zeit wird bei den Hauptergebnissen ohnehin nicht wirksam, da bei diesen weder prolongiert noch diskontiert wird. Letzteres geschieht erst später zur Ergänzung. - Es bestehen deshalb keinerlei Restriktionen, sich die Durchführung aller Betriebsmaßnahmen innerhalb eines Jahres auf räumlich nebeneinander gelegenen Flächen von 5 ha Größe vorzustellen. Da die einzelnen Werte der Hauptergebnisse bereits auf 1 ha umgerechnet sind, ergeben sich bei den Aufwendungen keine anderen Resultate.

6.3 Gesamtaufwand

Beim Vergleich des Gesamtaufwandes werden die im Laufe der Umtriebszeit anfallenden Aufwendungen aufsummiert. Grundsätzlich sind zwei verschiedene Aussagemöglichkeiten gegeben, je nachdem, ob die Kombination oder die Betriebsform konstant

gehalten wird, denn Vergleiche sind nur sinnvoll zwischen den Betriebsformen bei jeweils gleicher Kombination oder innerhalb einer Betriebsform für die verschiedenen Kombinationen.
In den Tab. 8 bis 11 ist der Zeit- und Kostenaufwand je ha für die einzelnen Betriebsformen und Kombinationen zusammengestellt. Zunächst werden die verschiedenen Betriebsformen bei jeweils gleicher Kombination miteinander verglichen (s. auch Abb. 29).
Bei der Kombination 1 (Entrindung des Nadelstamm- und schichtholzes von Hand) ergibt sich beim Holzeinschlag ein Kostenanstieg in der Reihenfolge: Plenterbetrieb, Femelschlagbetrieb, Zonenschirmschlag und Kahlschlagbetrieb. Dies ist sowohl bei der Handarbeit als auch bei den Hiebskosten insgesamt zu beobachten. Der Aufwand für die Handarbeit überwiegt im Holzeinschlag bei weitem. Auch bei den Maschinenkosten hat der Plenterbetrieb den geringsten, der Kahlschlagbetrieb dagegen den höchsten Aufwand. Insgesamt stellt der Holzeinschlag die Aufwendigste aller Betriebsmaßnahmen dar. - Beim Rücken ist das Verhältnis von Handarbeit zu Maschinenarbeit gerade entgegengesetzt zum Holzeinschlag. Die Maschinenarbeit dominiert eindeutig. Der Plenterbetrieb ist auch hier am günstigsten. Es folgt der Femelschlagbetrieb. Der Rückeaufwand beim Zonenschirmschlag und Kahlschlagbetrieb liegt noch etwas darüber. - Beim Entrinden zeigt sich die gleiche Tendenz wie beim Holzeinschlag und Rücken. Bemerkenswert ist, daß die Entrindung den zweithöchsten Aufwandsposten darstellt. Zusammen mit dem Holzeinschlag werden dafür 3/4 der Handarbeitskosten sämtlicher Betriebsmaßnahmen aufgewendet. Der Aufwand für Maschinenarbeit ist bei manueller Entrindung naturgemäß gering und läßt keinen Vergleich zu.

Tabelle 8

Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent.Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

Kombination 1

Plenterbetrieb

Betriebsarbeiten	Handarbeit			Maschinenarbeit (u.Material-kosten)				Insgesamt			
	Std.	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%
Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh. m.R.)	649,74	8.447.-	40	128,70	53	450.-	10	778,44	42	8.897.-	35
Entrindung	559,65	7.275.-	35	14,73	6	52.-	1	574,38	31	7.327.-	29
Sa.Holzeinschlag + Entrindung	1.209,39	15.722.-	75	143,43	59	502.-	11	1.352,82	73	16.224.-	64
Rücken	79,24	1.030.-	5	70,91	29	2.411.-	55	150,15	8	3.441.-	14
Sonstige Betriebsarbeiten	319,25	4.153.-	20	29,90	12	1.469.-	34	349,15	19	5.622.-	22
Betriebsarbeiten insges.	1.607,88	20.905.-	100	244,24	100	4.382.-	100	1.852,12	100	25.287.-	100

Femelschlagbetrieb

Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh. m.R.)	805,24	10.468.-	43	134,50	42	471.-	8	939,74	42	10.939.-	36
Entrindung	615,71	8.004.-	32	16,84	5	59.-	1	632,55	28	8.063.-	27
Sa.Holzeinschlag + Entrindung	1.420,95	18.472.-	75	151,34	47	530.-	9	1.572,29	70	19.002.-	63
Rücken	114,88	1.494.-	6	95,29	29	3.240.-	58	210,17	10	4.734.-	16
Sonstige Betriebsarbeiten	361,90	4.714.-	19	78,19	24	1.850.-	33	440,00	20	6.564.-	21
Betriebsarbeiten insges.	1.897,73	24.680.-	100	324,82	100	5.620.-	100	2.222,46	100	30.300.-	100

noch Tabelle 8

Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent.Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

Kombination 1

Zonenschirmschlag

Betriebsarbeiten	Handarbeit			Maschinenarbeit (u.Material-kosten)				Insgesamt			
	Std.	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%
Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh. m.R.)	871,22	11.326.-	44	133,10	41	466.-	7	1.004,32	44	11.792.-	37
Entrindung	630,07	8.191.-	32	9,22	3	32.-	1	639,29	28	8.223.-	26
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	1.501,29	19.517.-	76	142,32	44	498.-	8	1.643,61	72	20.015.-	63
Rücken	125,01	1.624.-	7	102,08	32	3.472.-	57	227,09	10	5.096.-	16
Sonstige Betriebsarbeiten	337,99	4.400.-	17	77,14	24	2.152.-	35	415,13	18	6.552.-	21
Betriebsarbeiten insges.	1.963,30	25.541.-	100	321,54	100	6.122.-	100	2.284,84	100	31.663.-	100

Kahlschlagbetrieb

Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh. m.R.)	1.032,28	13.420.-	45	147,70	43	517.-	7	1.180,98	45	13.937.-	38
Entrindung	718,70	9.343.-	32	8,38	2	29	1	727,08	27	9.372.-	25
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	1.751,98	22.763.-	77	156,08	45	546.-	8	1.908,06	72	23,309.-	63
Rücken	141,73	1.843.-	6	109,05	32	3.708.-	51	250,78	11	5.551.-	15
Sonstige Betriebsarbeiten	381,30	4.962.-	17	77,90	23	2.994.-	41	459,20	17	7.956.-	22
Betriebsarbeiten insges.	2.275,02	29.568.-	100	343,13	100	7.248.-	100	2.618,04	100	36.816.-	100

Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent. Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

Tabelle 9

Kombination 2

Plenterbetrieb

Betriebsarbeiten	Handarbeit			Maschinenarbeit (u. Materialkosten)				Insgesamt			
	Std.	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%
Holzeinschlag (Nd.- u. Lbh. m.R.)	649,74	8.447.-	42	128,70	54	450.-	10	778,44	44	8.897.-	36
Entrindung	500,11	6.501.-	32	9,10	4	32.-	1	509,21	28	6.533.-	27
Sa. Hdzeinschlag + Entrindung	1.149,85	14.948.-	74	137,80	58	482.-	11	1.287,65	72	15.430.-	63
Rücken	79,24	1.030.-	5	70,91	30	2.411.-	55	150,15	8	3.441.-	14
Sonstige Betriebsarbeiten	319,25	4.153.-	21	29,90	12	1.469.-	34	349,15	20	5.622.-	23
Betriebsarbeiten insges.	1.548,34	20.131.-	100	238,61	100	4.362.-	100	1.786,95	100	24.493.-	100

Femelschlagbetrieb

Holzeinschlag (Nd.- u. Lbh. m.R.)	805,24	10.468.-	46	134,16	43	471.-	8	939,40	45	10.939.-	38
Entrindung	469,53	6.104.-	27	7,84	2	27.-	1	477,37	23	6.131.-	22
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	1.274,77	16.572.-	73	142,00	45	498.-	9	1.416,77	68	17.070.-	60
Rücken	114,88	1.494.-	6	95,29	30	3.240.-	58	210,17	10	4.734.-	17
Sonstige Betriebsarbeiten	361,90	4.714.-	21	78,19	25	1.850.-	33	440,09	22	6.564.-	23
Betriebsarbeiten insges.	1.751,55	22.780.-	100	315,48	100	5.588.-	100	2.067,03	100	28.368.-	100

Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent. Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

noch Tabelle 9

Kombination 2

Zonenschirmschlag

Betriebsarbeiten	Handarbeit			Maschinenarbeit (u. Materialkosten)				Insgesamt			
	Std.	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%
Holzeinschlag (Nd. - u. Lbh. m.R.)	871,22	11.526.-	49	133,20	42	466.-	7	1.004,42	47	11.792.-	40
Entrindung	446,53	5.805.-	25	6,60	2	23.-	1	453,13	21	5.828.-	20
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	1.317,75	17.331.-	74	139,80	44	489.-	8	1.457,55	69	17.620.-	60
Rücken	125,01	1.624.-	7	102,08	32	3.472.-	51	227,09	11	5.096.-	18
Sonstige Betriebsarbeiten	337,99	4.400.-	19	77,14	24	2.152.-	35	415,13	20	6.552.-	22
Betriebsarbeiten insges.	1.780,75	23.155.-	100	319,02	100	6.113.-	100	2.099,77	100	29.268.-	100

Kahlschlagbetrieb

Holzeinschlag (Nd. - u. Lbh. m.R.)	1.052,28	13.420.-	51	147,71	45	517.-	7	1.199,99	50	13.937.-	42
Entrindung	462,62	6.014.-	23	6,65	2	23.-	1	469,27	20	6.037.-	18
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	1.494,90	19.434.-	74	154,36	47	540.-	8	1.649,26	70	19.974.-	60
Rücken	141,73	1.843.-	7	102,05	32	3.708.-	51	250,78	11	5.551.-	16
Sonstige Betriebsarbeiten	381,30	4.962.-	19	77,90	23	2.994.-	41	459,20	19	7.956.-	24
Betriebsarbeiten insges.	2.017,93	26.239.-	100	341,31	100	7.242.-	100	2.359,24	100	33.481.-	100

Tabelle 10

Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent. Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

Kombination 3

Plenterbetrieb

Betriebsarbeiten	Handarbeit			Maschinenarbeit (u. Materialkosten)				Insgesamt			
	Std.	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%
Holzeinschlag (Nd.- u. Lbh. m.R.)	649,74	8.447.-	58	128,70	48	450.-	9	778,44	56	8.897.-	45
Entrindung	79,04	1.027.-	7	39,52	15	624.-	12	118,56	8	1.651.-	8
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	728,78	9.474.-	65	168,22	63	1.074.-	21	897,00	64	10.548.-	53
Rücken	79,24	1.030.-	7	70,91	26	2.411.-	49	150,15	11	3.441.-	18
Sonstige Betriebsarbeiten	319,25	4.153.-	28	29,90	11	1.469.-	30	349,15	25	5.622.-	29
Betriebsarbeiten insges.	1.127,27	14.657.-	100	269,03	100	4.954.-	100	1.396,30	100	19.611.-	100

Femelschlagbetrieb

Holzeinschlag (Nd.- u. Lbh. m.R.)	805,24	10.468.-	59	134,16	38	471.-	7	939,40	54	10.939.-	45
Entrindung	93,58	1.216.-	7	46,79	13	739.-	12	140,37	8	1.955.-	8
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	898,82	11.684.-	66	180,95	51	1.210.-	19	1.079,77	62	12.894.-	53
Rücken	114,88	1.494.-	8	95,29	27	3.240.-	52	210,17	12	4.734.-	20
Sonstige Betriebsarbeiten	361,90	4.714.-	26	78,19	22	1.850.-	29	440,09	26	6.564.-	27
Betriebsarbeiten insges.	1.375,60	17.892.-	100	355,43	100	6.300.-	100	1.730,30	100	24.192.-	100

noch Tabelle 10

Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent. Aufschlüsselung) einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

Kombination 3

Betriebsarbeiten	Zonenschirmschlag										
	Handarbeit			Maschinenarbeit (u. Materialkosten)				Insgesamt			
	Std.	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%	Std.	%	Kosten	%
Holzeinschlag (Nd.- u. Lbh. m.R.)	871,22	11.326.-	60	133,20	35	466.-	7	1.004,42	56	11.792.-	46
Entrindung	96,74	1.258.-	7	48,37	13	764.-	11	145,11	8	2.022.-	8
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	967,96	12.584.-	67	181,57	48	1.230.-	18	1.149,53	64	13.814.-	54
Rücken	125,01	1.624.-	9	102,08	32	3.472.-	51	227,09	13	5.096.-	20
Sonstige Betriebsarbeiten	337,99	4.400.-	24	77,14	20	2.152.-	31	415,13	23	6.552.-	26
Betriebsarbeiten insges.	1.430,96	18.608,-	100	360,79	100	6.854.-	100	1.791,75	100	25.462.-	100
	Kahlschlagbetrieb										
Holzeinschlag (Nd.- u. Lbh. m.R.)	1.032,28	13.420.-	62	147,70	38	517.-	6	1.179,98	58	13.937.-	47
Entrindung	103,04	1.333.-	6	51,27	13	810.-	10	154,31	7	2.143.-	7
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	1.135,32	14.753.-	68	198,97	51	1.327.-	16	1.334,29	65	16.080.-	54
Rücken	141,73	1.843.-	9	109,05	29	3.708.-	47	250,78	12	5.551.-	19
Sonstige Betriebsarbeiten	381,30	4.962.-	23	77,90	20	2.994.-	37	459,20	23	7.956.-	27
Betriebsarbeiten insges.	1.658,35	21,558.-	100	385,92	100	8.029.-	100	2.044,27	100	29.587.-	100

Tabelle 11

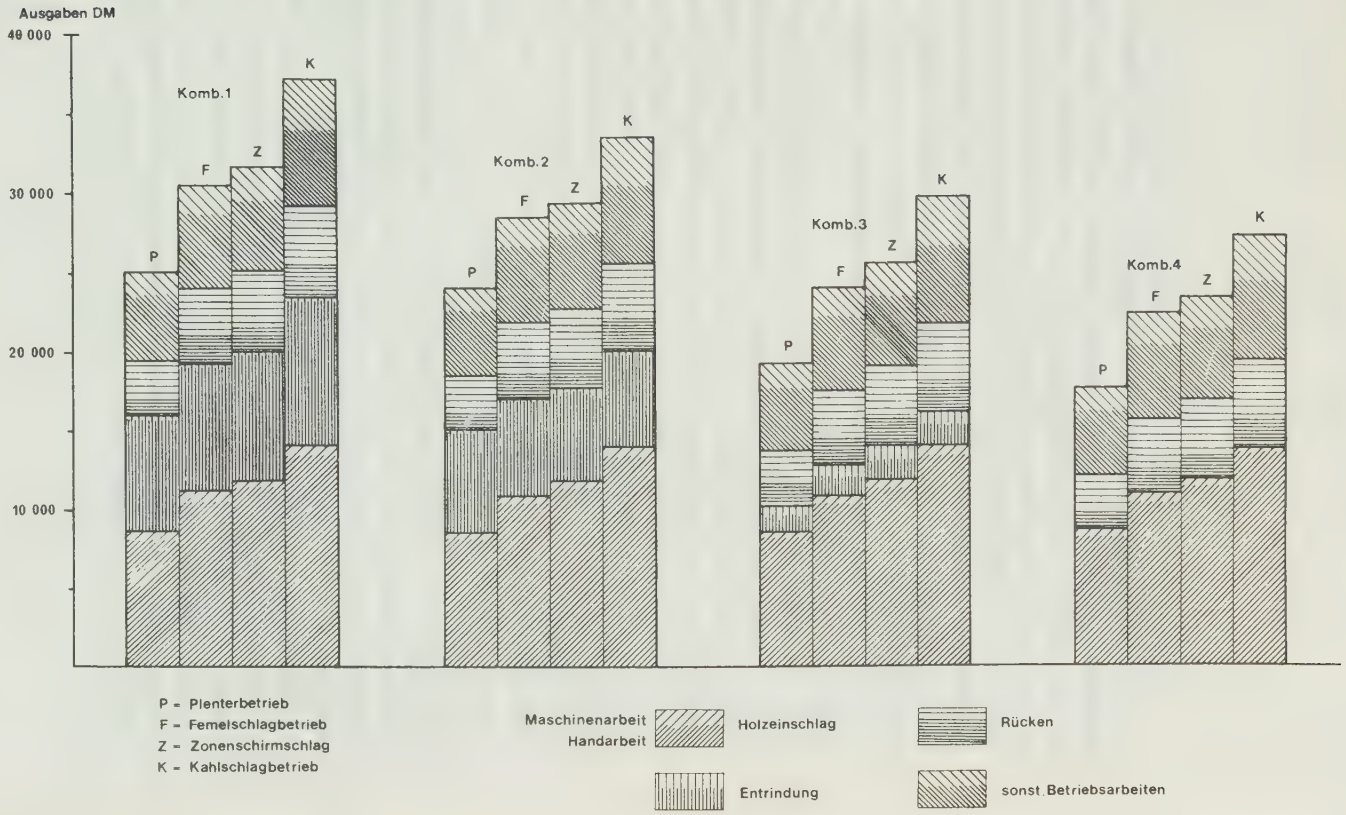
Zeit- und Kostenaufwand je ha (prozent.Aufschlüsselung)einzelner und gruppenweise zusammengestellter Betriebsarbeiten bei verschiedenen Betriebsformen

Kombination 4

Betriebsarbeiten	Handarbeit Std.	Handarbeit Kosten	Handarbeit %	Maschinenarbeit (u.Material-kosten) Std.	Maschinenarbeit %	Maschinenarbeit Kosten	Maschinenarbeit %	Insgesamt Std.	Insgesamt %	Insgesamt Kosten	Insgesamt %
Plenterbetrieb											
Holzeinschlag (Nd.u.Lbh.m.R.)	649,74	8.447.-	62	128,70	56	450.-	10	778,44	61	8.897.-	50
Rücken	79,24	1.030.-	8	70,91	31	2.411.-	56	150,15	12	3.441.-	19
Sonstige Betriebsarbeiten	319,25	4.153.-	30	29,90	13	1.469.-	34	349,15	27	5.622.-	31
Betriebsarbeiten insges.	1.048,23	13.630.-	100	229,51	100	4.330.-	100	1.277,74	100	17.960.-	100
Femelschlagbetrieb											
Holzeinschlag (Nd.-u.Lbh.m.R.)	805,24	10.468.-	63	134,16	44	471.-	8	939,40	59	10.939.-	49
Rücken	114,88	1.494.-	9	95,29	31	3.240.-	58	210,17	13	4.734.-	21
Sonstige Betriebsarbeiten	361,90	4.714.-	28	78,19	25	1.850.-	34	440,09	28	6.564.-	30
Betriebsarbeiten insges.	1.282,02	16.676.-	100	307,64	100	5.561.-	100	1.589,66	100	22.237.-	100
Zonenschirmschlag											
Holzeinschlag (Nd.-u.Lbh.m.R.)	871,22	11.326.-	65	133,20	42	466.-	8	1.004,42	61	11.792.-	50
Rücken	125,01	1.624.-	10	102,08	33	3.472.-	57	227,09	14	5.096.-	22
Sonstige Betriebsarbeiten	337,99	4.400.-	25	77,14	25	2.152.-	35	415,13	25	6.552.-	28
Betriebsarbeiten insges.	1.334,22	17.350.-	100	312,42	100	6.090.-	100	1.646,64	100	23.440.-	100
Kahlschlagbetrieb											
Holzeinschlag (Nd.-u.Lbh.m.R.)	1.032,28	13.420.-	66	147,70	44	517.-	7	1.179,98	62	13.937.-	51
Rücken	141,73	1.843.-	9	109,05	33	3.708.-	51	250,78	13	5.551.-	20
Sonstige Betriebsarbeiten	381,30	4.962.-	25	77,90	23	2.994.-	42	459,20	25	7.956.-	29
Betriebsarbeiten insges.	1.555,31	20.225.-	100	334,65	100	7.219.-	100	1.889,96	100	27.444.-	100

Abb. 29

Ausgaben bei den einzelnen Betriebsformen



Wegen der gleichartigen Entwicklung bei den einzelnen Maßnahmen wiederholt sich bei den Gesamtaufwendungen der Kostenanstieg vom Plenterbetrieb über den Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag zum Kahlschlagbetrieb. Ursache für das günstige Abschneiden des Plenterbetriebes ist im wesentlichen der hohe Starkholzanteil, während sich beim Kahlschlagbetrieb der relativ frühzeitige Schwachholzanfall negativ auswirkt.
Bei der Kombination 4, bei der die Entrindung entfällt, sind die Verhältnisse ähnlich.
Die Kombination 2 (Entrindung des Nadelstammholzes von Hand) zeigt jedoch einige Unterschiede. Abweichend vom Entrindungsaufwand der Kombination 1 ist hier der Plenterbetrieb mit den höchsten Kosten belastet. Der hohe Stammholzanteil wirkt jetzt kostenerhöhend. Der Femelschlagbetrieb hat den zweithöchsten Entrindungsaufwand. Dann folgt der Kahlschlagbetrieb. Der Zonenschirmschlag ist beim Entrinden die günstigste Betriebsform, vor allem wegen des höheren Bu-Anteils und der geringeren Nadelstammholzmasse.
Bei der Kombination 3 wird ebenfalls nur das Nadelstammholz entrindet, allerdings maschinell mit "Rindab". Dadurch vermindert sich der Aufwand ganz beträchtlich. Während die Entrindung bisher den zweithöchsten Aufwandsposten darstellte, ist sie jetzt der kleinste Aufwandsanteil. Offensichtlich egalisiert die Maschinenarbeit auch den Einfluß der bei den einzelnen Betriebsformen verschieden hohen Anteile von Nadelstarkholz, der sich bei der Kombination 2 direkt auf die Handarbeitskosten ausgewirkt hat, denn jetzt hat der Plenterbetrieb wieder den geringsten Entrindungsaufwand. In der Reihenfolge des Kostenanstiegs kommen dann der Femelschlagbetrieb, der Zonenschirmschlag und der Kahlschlagbetrieb.

Die Kombinationen innerhalb einer Betriebsform unterscheiden sich nur hinsichtlich der Entrindung. Erwartungsgemäß sinkt der Entrindungsaufwand bei Kombination 2 gegenüber Kombination 1. Bei der Kombination 2 wird ja nur das Stammholz entrindet. Das macht sich vor allem bei den Handarbeitskosten bemerkbar. Maschinen- und Materialkosten fallen ohnehin kaum an. Anders bei Kombination 3, bei der zwar auch nur das Nadelstammholz entrindet wird, jedoch maschinell. Dadurch entstehen beachtliche Maschinenkosten. Dennoch wird der Entrindungsaufwand ganz erheblich gesenkt.
Interessant ist die Frage nach der künftigen Kostenentwicklung bei den Kombinationen 2 und 3, die wegen ihres unterschiedlichen Anteils von Handarbeits- und Maschinenkosten verschieden hohe Steigerungsraten der Kosten aufweisen. Prolongiert man die Gesamtaufwendungen auf 10 Jahre unter der Bedingung, daß sich die Personalkosten um +6 % pro Jahr und die Sachkosten um +2 %/Jahr erhöhen (s. auch Tab. 12), dann ergeben sich bei den Kombinationen 2 und 3 folgende Steigerungsbeträge gegenüber dem Ausgangszustand:

		Handarbeit DM	Maschinenarbeit DM	Insgesamt DM
Plenterbetrieb:	Komb. 2	15.920.-	956.-	16.876.-
	Komb. 3	11.591.-	1.085.-	12.676.-
Femelschlagbetrieb:	Komb. 2	18.014.-	1.224.-	19.238.-
	Komb. 3	14.149.-	1.380.-	15.529.-
Zonenschirmschlag:	Komb. 2	18.311.-	1.338.-	19.649.-
	Komb. 3	14.715.-	1.500.-	16.215.-
Kahlschlagbetrieb:	Komb. 2	20.750.-	1.586.-	22.336.-
	Komb. 3	17.048.-	1.758.-	18.806.-

Prolongierter Kostenaufwand je ha der verschiedenen Betriebsmaßnahmen bei den einzelnen Betriebsformen

Handarbeit (6%) - Maschinenarbeit und Sonstige Sachkosten (2%)

Tabelle 12

Betriebsarbeiten	Plenterbetrieb Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%	Femelschlagbetrieb Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%	Zonenschirmschlag Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%	Kahlschlagbetrieb Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%
Komb.1																
Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh.m.R.)	15.127.-	549.-	15.676.-	36	18.746.-	574.-	19.320.-	38	20.283.-	568.-	20.851.-	39	24.033.-	630.-	24.663.-	40
Entrindung	13.028.-	63.-	13.091.-	31	14.334.-	72.-	14.406.-	28	14.668.-	39.-	14.707.-	28	16.731.-	35.-	16.766.-	27
Sa.Holzeinschlag + Entrindung	28.155.-	612.-	28.767.-	67	33.080.-	646.-	33.726.-	66	34.951.-	607.-	35.558.-	67	40.764.-	665.-	41.429.-	67
Rücken	1.845.-	2.939.-	4.784.-	11	2.675.-	3.950.-	6.625.-	13	2.908.-	4.232.-	7.140.-	13	3.300.-	4.520.-	7.820.-	13
Sonstige Betriebsarbeiten	7.437.-	1.791.-	9.228.-	22	8.442.-	2.255.-	10.697.-	21	7.879.-	2.623.-	10.502.-	20	8.886.-	3.650.-	12.536.-	20
Betriebsarbeiten insgesamt	37.437.-	5.342.-	42.779.-	100	44.197.-	6.851.-	51.048.-	100	45.738.-	7.462.-	53.200.-	100	52.950.-	8.835.-	61.785.-	100
Komb.2																
Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh.m.R.)	15.127.-	549.-	15.676.-	38	18.746.-	574.-	19.320.-	41	20.283.-	568.-	20.851.-	43	24.033.-	630.-	24.663.-	44
Entrindung	11.642.-	39.-	11.681.-	28	10.931.-	33.-	10.964.-	23	10.396.-	28.-	10.424.-	21	10.770.-	28.-	10.798.-	19
Sa.Holzeinschlag + Entrindung	26.769.-	588.-	27.357.-	66	29.677.-	607.-	30.284.-	64	30.679.-	596.-	31.275.-	64	34.803.-	658.-	35.461.-	63
Rücken	1.845.-	2.939.-	4.784.-	12	2.675.-	3.950.-	6.625.-	14	2.908.-	4.232.-	7.140.-	15	3.300.-	4.520.-	7.820.-	14
Sonstige Betriebsarbeiten	7.437.-	1.791.-	9.228.-	22	8.442.-	2.255.-	10.697.-	22	7.879.-	2.623.-	10.502.-	21	8.886.-	3.650.-	12.536.-	23
Betriebsarbeiten insgesamt	36.051.-	5.318.-	41.369.-	100	40.794.-	6.812.-	47.606.-	100	41.466.-	7.451.-	48.917.-	100	46.989.-	8.828.-	55.817.-	100

Prolongierter Kostenaufwand je ha der verschiedenen Betriebsmaßnahmen bei den einzelnen Betriebsformen

Handarbeit (6%) - Maschinenarbeit und sonstige Sachkosten (2%)

noch Tabelle 12

Betriebsarbeiten	Plenterbetrieb Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%	Femelschlagbetrieb Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%	Zonenschirmschlag Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%	Kahlschlagbetrieb Hand-arbeit DM	Masch. arbeit DM	Insges. DM	%
Komb.3																
Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh.m.R.)	15.127.-	549.-	15.676.-	48	18.746.-	574.-	19.320.-	48	20.283.-	568.-	20.851.-	58	24.033.-	630.-	24.663.-	51
Entrindung	1.839.-	760.-	2.599.-	8	2.178.-	901.-	3.079.-	8	2.253.-	931.-	3.184.-	8	2.387.-	987.-	3.374.-	7
Sa. Holzeinschlag + Entrindung	16.966.-	1.309.-	18.275.-	56	20.924.-	1.475.-	22.399.-	66	22.536.-	1.499.-	24.035.-	58	26.420.-	1.617.-	28.037.-	58
Rücken	1.845.-	2.939.-	4.784.-	15	2.675.-	3.950.-	6.625.-	17	2.908.-	4.232.-	7.140.-	17	3.300.-	4.520.-	7.820.-	16
Sonstige Betriebsarbeiten	7.437.-	1.791.-	9.228.-	29	8.442.-	2.255.-	10.697.-	27	7.879.-	2.623.-	10.502.-	25	8.886.-	3.650.-	12.536.-	26
Betriebsarbeiten insgesamt	26.248.-	6.039.-	32.287.-	100	32.041.-	7.680.-	39.721.-	100	33.323.-	8.354.-	41.677.-	100	38.606.-	9.787.-	48.393.-	100
Komb.4																
Holzeinschlag (Nd.- u.Lbh.m.R.)	15.127.-	549.-	15.676.-	53	18.746.-	574.-	19.320.-	53	20.283.-	568.-	20.851.-	54	24.033.-	630.-	24.663.-	55
Rücken	1.845.-	2.939.-	4.784.-	16	2.178.-	3.950.-	6.128.-	17	2.908.-	4.232.-	7.140.-	19	3.300.-	4.520.-	7.820.-	17
Sonstige Betriebsarbeiten	7.437.-	1.791.-	9.228.-	31	8.442.-	2.255.-	10.697.-	30	7.879.-	2.623.-	10.502.-	27	8.886.-	3.650.-	12.536.-	28
Betriebsarbeiten insgesamt	24.409.-	5.279.-	29.688.-	100	29.366.-	6.779.-	36.145.-	100	31.070.-	7.423.-	38.493.-	100	36.219.-	7.800.-	45.019.-	100

Der Vergleich zeigt, daß allein durch die maschinelle Entrindung erhebliche Beträge eingespart werden können, wenngleich bei der höher mechanisierten Variante (Komb. 3) auch noch ein beträchtlicher Kostenanstieg zu verzeichnen ist.
Angesichts der zumindest in der Vergangenheit deutlich höheren Steigerungsrate der Personalkosten gegenüber den Sachkosten ist der Personalkostenanteil ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Notwendigkeit und ggf. auch des Erfolges einer Mechanisierung oder anderen Rationalisierungsmaßnahme. Wiederum in der Annahme, die Personalkosten stiegen um 6%/Jahr, die Sachkosten um 2%/Jahr, und unter Beibehaltung der unterstellten Arbeitsverfahren, entwickeln sich die Personalkostenanteile bei den Betriebsformen und Kombinationen wie folgt:

Anteil der Personalkosten (in %) an den Gesamtkosten aller Betriebsmaßnahmen bei den verschiedenen Betriebsformen

	Plenterbetrieb		Femelschlagbetrieb		Zonenschirmschlag		Kahlschlagbetrieb	
	gegenwärtig	in 10 Jahren	gegenwärtig	in 10 Jahren	gegenwärtig	in 10 Jahren	gegenwärtig	in 10 Jahren
Komb. 1	83	88	81	87	81	86	80	86
Komb. 2	82	87	80	86	79	85	78	84
Komb. 3	75	81	74	81	73	80	73	80
Komb. 4	76	82	75	81	74	81	74	80

In allen Fällen, auch bei der Kombination 3 (mechanisierte Entrindung) und 4 (keine Entrindung) wächst der Personalkostenanteil. Es wird deutlich, daß eine erheblich höhere Mechanisierungsstufe bei allen Betriebsarbeiten angestrebt werden muß, um den Personalkostenanteil wenigstens konstant zu halten.

6.4 Arbeitsvolumen

Es liegt nahe, aus den in den Tabellen 8 bis 11 ausgewiesenen Gesamtstunden pro ha und Umtriebszeit das Arbeitsvolumen in Std. pro ha und Jahr abzuleiten. Im Falle des Kahlschlagbetriebes wurde für die Kombination 3 eine Gesamtstundenzahl (Handarbeit) von 1658 pro ha und Umtriebszeit errechnet. Das sind etwa 12,75 Std. pro Jahr und ha. Dieser Wert liegt an der Untergrenze der aus der Praxis bekannten Zahlen, obwohl es sich bei dem auf den Holzeinschlag entfallenden Zeitanteil um Vorgabezeiten handelt, die höher sind als der tatsächliche Zeitbedarf. Allerdings sind in unseren Modellbetrachtungen verschiedene Betriebsarbeiten, wie insbesondere Wegneubau, Pflanzgartenbetrieb, Jagd sowie eventuelle Erholungsmaßnahmen nicht erfaßt worden. Die dargelegten Zahlen gelten insofern nur für die in den Modellen dargestellten Verhältnisse und sind nicht direkt mit den statistischen Angaben der Landesforstverwaltungen vergleichbar.

7. Erträge aus Holz und Nebennutzungen

7.1 Holzverkauf

Die Nutzung nach Baumarten, Sorten und Stärkeklassen bei den verschiedenen Betriebsformen ist aus Kapitel 4.5 ersichtlich. Um die Erträge aus Holzverkauf herleiten zu können, sind zunächst Angaben über die Aufteilung nach Güteklassen erforderlich. Wir stützen uns hierbei im wesentlichen auf Erfahrungszahlen der Forstdirektion Südbaden und der Forstämter mit Beispielbeständen.
Im Falle des Fi/Ta-Stammholzes scheint innerhalb einer Stärkeklasse weder das Baumalter noch die Betriebsform einen nachweisbaren Einfluß auf die Güteklassenanteile auszuüben. Unterschiede zwischen den Betriebsformen in den Anteilen der Güteklassen sind ausschließlich eine Folge unterschiedlicher Stärkeklassenverteilung, die ihrerseits vor allem auf unterschiedliche Anteile von Fi und Ta zurückgeht.
Bei den Stärkeklassen 2, 3 und 4 von Fi/Ta-Stammholz fällt i.d.R. nur B-Holz an. Stammholz der Klasse 5 und 6 wird gütemäßig in A-, B- und C-Holz eingeteilt. Der Anteil der Güteklasse A hängt stark von dem Pflegezustand des Bestandes ab, vor allem davon, ob künstlich geastet wurde oder nicht. Bei ausschließlich natürlicher Astreinigung ist der A-Holzanteil sehr gering. Er beträgt höchstens 5%. Der überwiegend aus den Gipfelpartien der Bäume stammende Anteil von C-Holz ist dagegen von eventuellen Pflegemaßnahmen relativ unabhängig und liegt bei etwa 15%. Der verbleibende Anteil entfällt auf B-Holz. Die Güteklassenanteile betragen daher bei ungeasteten Fi/Ta-Stammholz der Stärkeklasse 5 und 6:

A - Holz = 5 %
B - Holz = 80 %
C - Holz = 15 %

Bei künstlicher Ästung erhöht sich der A-Holzanteil ganz beträchtlich. GUTSCHICK (1965) gibt an, daß bei 9 m Ästungshöhe auf rechtzeitig geästete Erdstammstücke von Fi/Ta-Stammholz Kl. 5 rund 60 % der gesamten Stammholzmasse entfallen können. KRAMER (1963) erwähnt, daß bei einem asthaltigen Stammkern von 1/3 des Schaftdurchmessers mehr als die Hälfte des anfallenden Schnittholzes völlig astrein ist. Bei Fi II. Ertragsklasse und 130jähriger Umtriebszeit liegt die Astungshöhe, bei der 2/3 des Schaftdurchmessers astfrei sind, über 6 m. Da bei allen Betriebsformmodellen eine künstliche Ästung auf 9 m Höhe (doppelte Blocklänge) angenommen wird, kann unterstellt werden, daß ein A-Holzanteil von 40 % den von GUTSCHICK und KRAMER genannten Bedingungen nahe kommt. Bei unverändertem C-Holzanteil ergibt sich damit für den Fall der künstlichen Ästung folgende Güteklassenaufteilung:

A - Holz = 40 %
B - Holz = 45 %
C - Holz = 15 %

Diese Güteklasseneinteilung wird jedoch nur für das bei der Endnutzung anfallende Fi/Ta-Stammholz Kl. 5 und 6 unterstellt. Gleichstarkes, aber vorher genutztes Stammholz (s. Anlage 20) unterliegt der von einer Ästung unbeeinflußten Gütesortierung. Das wird damit begründet, daß bei allen Betriebsformen nur eine beschränkte Anzahl von Spitzenstämmen auf 9 m Höhe geästet wird, und zwar bei den schlagweisen Betriebsformen 200 Stück, beim Plenterbetrieb dagegen nur die im Jahrzehnt bei den Klassen 5 und 6 nachrückenden Stämme, nämlich 16 Stück. Im Laufe eines auch beim Plenterbetrieb unterstellten, durchschnittlichen Produktionszeitraumes von 130 Jahren sind dies

ebenfalls etwa 200 Bäume. Allerdings ist die Zahl der bei der Endnutzung, also in der Verjüngungsphase und beim Abtrieb genutzten Stämme der Kl. 5 und 6 nicht mit der Anzahl der auf 9 m Höhe geasteten Bäume identisch, sondern liegt in den meisten Fällen darunter. Dadurch wird der Möglichkeit eines eventuellen Umsetzens der Bäume und dem Auftreten anderer qualitätsmindernder Einflüsse Rechnung getragen.
Für die einzelnen Stärke- und Güteklassen werden folgende Erlöse unterstellt:

Fi/Ta-Stammholz, Kl. 2,	Güteklasse B	= 235 % der Meßzahl (MZ)
Fi/Ta-Stammholz, Kl. 3 u. 4,	Güteklasse B	= 240 % MZ
Fi/Ta-Stammholz, Kl. 5 u. 6,	Güteklasse A	= 290 % MZ
	Güteklasse B	= 235 % MZ
	Güteklasse C	= 220 % MZ

Bleibt das Fi/Ta-Stammholz, wie es bei der Kombination 4 vorgesehen ist, unentrindet, so wird beim Verkauf ein Preisnachlaß von 15 % MZ gegeben.
Für das Fi/Ta-Industrie- bzw. Schichtholz muß ebenfalls eine Güteklasseneinteilung getroffen werden. Erfahrungsgemäß betragen die durchschnittlichen Anteile der Klassen

IN = 65 %
IF = 30 %
IK = 5 %

Auch hier bestehen Preisunterschiede, je nachdem, ob das Industrieholz mit oder ohne Rinde verkauft wird. Für IN ohne Rinde (o.R.) wurden nach Angaben des Forststatistischen Jahrbuches 1971 von Baden-Württemberg 52.- DM je fm gezahlt, für IN m.R. 43.- DM. Die Preisdifferenz zu den anderen Güteklassen beträgt bei Industrieholz o.R. = 12.- DM, bei Holz

in Rinde = 9.- DM. Demnach können für die Güteklassen von Fi/Ta-Industrieholz folgende Preise festgelegt werden

	o.R.	m.R.
IN =	52.- DM/fm	43.- DM/fm
IF =	40.- DM/fm	34.- DM/fm
IK =	28.- DM/fm	25.- DM/fm

Bei Bu-Stammholz wird über alle Stärkeklassen hinweg eine gleichbleibende Güteklassenverteilung unterstellt. Anders als bei Fi und Ta bestehen jedoch Unterschiede zwischen den Betriebsformen. Im Plenterbetrieb, wo die Bu nur dienende Funktion hat, ist die Qualität des Bu-Stammholzes mit Sicherheit schlechter als im schlagweisen Hochwald. Diese Tatsache soll durch folgende Güteklasseneinteilung zum Ausdruck kommen.

Schlagweiser Hochwald:	B - Holz	= 60 %
	C - Holz (einschließlich Schwellen)	= 40 %
Plenterbetrieb:	B - Holz	= 40 %
	C - Holz (einschl. Schwellen)	= 60 %

Die durchschnittlichen Erlöse betragen bei

B - Holz = 65.- DM/fm

C - Holz = 50.- DM/fm

Für Bu-Industrieholz, bei dem keine Unterscheidung nach Güteklassen erfolgt, werden i.D. 40.- DM/fm gezahlt.

7.2 Nebennutzungen

Der Holzverkauf stellt zwar den wichtigsten Einnahmeposten, aber nicht die einzige Ertragskomponente dar. Gerade in Mischbeständen mit einem beträchtlichen Ta-Anteil spielt die Gewinnung von Christbäumen und Ziereisig eine nicht unerhebliche Rolle. Christbäume können sowohl im Wege der Jungbestandspflege als auch bei der Erstdurchforstung gewonnen werden. Nach der Erstdurchforstung ist eine weitere Christbaumnutzung im allgemeinen nicht mehr möglich. Immerhin erstreckt sich die Möglichkeit der Christbaumgewinnung im Femelschlagbetrieb auf mehrere Jahrzehnte. So konnten im FA. St. Märgen, Abt. X 1, über einen Zeitraum von 50 Jahren ständig Christbäume genutzt werden. Dabei wurden von 1946 - 1973 durchschnittlich 15 Stück/ha eingeschlagen. Bei den anderen Betriebsformen sind die Bedingungen für eine Christbaumnutzung nicht so günstig. Das hat verschiedene Gründe. Beim Zonenschirmschlag macht sich z.B. der kürzere Naturverjüngungszeitraum bemerkbar, während beim Kahlschlagbetrieb eine Christbaumnutzung im Wege der Jungwuchs- und Dickungspflege überhaupt nicht möglich ist, da von vornherein nur die für die Holzproduktion erforderlichen Pflanzen gesetzt werden. Eine, wenn auch nur vorübergehende Weihnachtsbaumanzucht wäre eine zweite, weitere Zielsetzung, die zusätzliche Pflegemaßnahmen erfordert. Beim Plenterbetrieb ist das z.B. nicht der Fall. Dagegen entfällt bei ihm eine Christbaumnutzung aus Erstdurchforstung.

Die nachstehende Übersicht zeigt, in welchem Umfang eine Christbaumgewinnung bei den einzelnen Betriebsformen während der Umtriebszeit möglich erscheint.

	Christbäume (Stck./ha) aus:	
	Jungbestandspflege	Erstdurchforstung
Femelschlagbetrieb	500	100
Zonenschirmschlag	250	50
Plenterbetrieb	100	./.
Kahlschlagbetrieb	./.	50

Der Preis je Christbaum ist verschieden, je nachdem, ob es sich um ein kleineres Exemplar aus der Jungbestandspflege oder um einen Ta-Wipfel, den sogenannten "Dolden" aus der Erstdurchforstung handelt. Für kleinere, bei der Jungbestandspflege gewonnene Bäume erhält man 5.- DM/Stück, während größere aus Erstdurchforstungen 10.- DM/Stck. erzielen.

Bestände, die älter als 40 Jahre sind, liefern zwar keine Christbäume mehr, doch gewinnt bei ihnen die Zierreisgewinnung an Bedeutung. Wertvoll ist nur das Ta-Reisig; das der Fi spielt keine Rolle. Unterschiede zwischen den Betriebsformen ergeben sich bei der Zierreisgewinnung durch den verschieden hohen Ta-Anteil bei den einzelnen Hieben. Dabei kann mit folgenden Zierreismengen beim Einschlag von Ta-Stamm- und Industrieholz gerechnet werden:

Durchforstungen (im Alter 40 - 80)	= 1 Ztr./fm o.R.
Vorratspflege (vom Alter 80 - Verjüngungsbeginn)	= 0,75 Ztr./fm o.R.
Endnutzung (Verjüngungsphase / Abtrieb)	= 0,5 Ztr./fm o.R.

Der Erlös je Ztr. ist vom Gewinnungszeitpunkt unabhängig und beträgt einheitlich 12.- DM.

7.3 Vergleich der Erträge

Die Erträge aus Holz und Nebennutzungen zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Betriebsformen und eine gleichsinnige Staffelung der einzelnen Kombinationen (s. Tab. 13).

Die Erträge sind bei der Kombination 1, bei der sämtliches Nadelholz entrindet wird, am höchsten, bei der Kombination 4 dagegen, bei der sämtliches Holz in Rinde belassen wird, am niedrigsten. Die Kombinationen 2 und 3, bei denen zwar das Fi/Ta-Stammholz, nicht aber das Nadelschichtholz entrindet wird, nehmen eine Mittelstellung ein. Dabei ist die Erlösdifferenz zur Kombination 1 geringer als gegenüber Kombination 4.
Betrachtet man die Unterschiede zwischen den Betriebsformen bei jeweils gleicher Kombination, dann ist der Plenterbetrieb am günstigsten. Es folgt der Femelschlagbetrieb, der Kahlschlagbetrieb und zuletzt der Zonenschirmschlag. Die Ursache für diese Rangfolge wird deutlich, wenn man die Einnahmen aus dem Holzverkauf nach Baumarten aufteilt (siehe Tab. 14 und Abb. 30). Das günstige Abschneiden des Plenterbetriebes liegt vor allem an dem hohen Tannen- und sehr geringen Buchen-Anteil sowie in der überwiegenden Nutzung von Starkholz.
Femel- und Kahlschlagbetrieb sind hinsichtlich des Anteils der Baumarten am Holzverkaufserlös fast gleich. Der Femelschlagbetrieb hat jedoch einen größeren Stammholzanteil und höhere Nebennutzungen. Er rangiert daher noch vor dem Kahlschlagbetrieb. Der Zonenschirmschlag hat bei den drei Naturverjüngungsverfahren den höchsten Bu-Anteil und liefert i.d.R., vor allem aber bei der Endnutzung, schwächere Sortimente als der Plenter- und Femelschlagbetrieb. Als Folge davon ist hier die Ertragslage am ungünstigsten.

Tabelle 13

Gesamte Einnahmen bei den Betriebsformen

Werte in DM/ha

	Plenterbetrieb			Femelschlagbetrieb			Zonenschirmschlag			Kahlschlagbetrieb		
	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4
Stammholz	89.346,58	89.346,58	84.075,08	83.699,73	83.699,73	78.503,71	68.937,19	68.937,19	64.750,76	72.279,03	72.279,03	67.961,82
Schichtholz	3.031,09	2.901,74	2.901,74	6.214,49	5.934,29	5.934,29	7.964,79	7.610,01	7.610,01	8.643,74	8.222,76	8.222,76
Sa.Holzverkauf	92.377,67	92.248,32	86.976,82	89.914,22	89.634,02	84.438.--	76.901,98	76.547,20	72.360,77	80.922,77	80.501,79	76.184,58
Nebennutzungen	5.367,20	5.367,20	5.367,20	5.816,48	5.816,48	5.816,48	4.103,24	4.103,24	4.103,24	2.924.--	2.924.--	2.924.--
Insgesamt	97.744,87	97.615,52	92.344,02	95.730,70	95.450,50	90.254,48	81.005,22	80.650,44	76.464,01	83,846,77	83.425,79	79.108,58
Einnahmen insges. je Jahr und ha	751,88	750,89	710,34	736,39	734,23	694,26	623,12	620,39	588,18	644,98	641,74	608,53
Indices, Komb.1 = 100	100	99,86	94,15	100	99,69	93,91	100	99,54	94,09	100	99,48	94,14
Indices, Kahlschlagbetrieb = 100	116,6	117,0	116,7	114,2	114,4	114,1	96,6	96,7	96,7	100	100	100

Tabelle 14

Aufteilung der Einnahmen (in %) nach Stammholz, Schichtholz u. Nebennutzungen

	Plenterbetrieb			Femelschlagbetrieb			Zonenschirmschlag			Kahlschlagbetrieb		
	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4	Komb.1	Komb.2/3	Komb.4
Stammholz	91,4	91,5	91,1	87,4	87,7	87,0	85,1	85,5	84,7	86,2	86,6	85,9
Schichtholz	3,1	3,0	3,1	6,5	6,2	6,6	9,8	9,4	10,0	10,3	9,9	10,4
Nebennutzungen	5,5	5,5	5,8	6,1	6,1	6,4	5,1	5,1	5,3	3,5	3,5	3,7

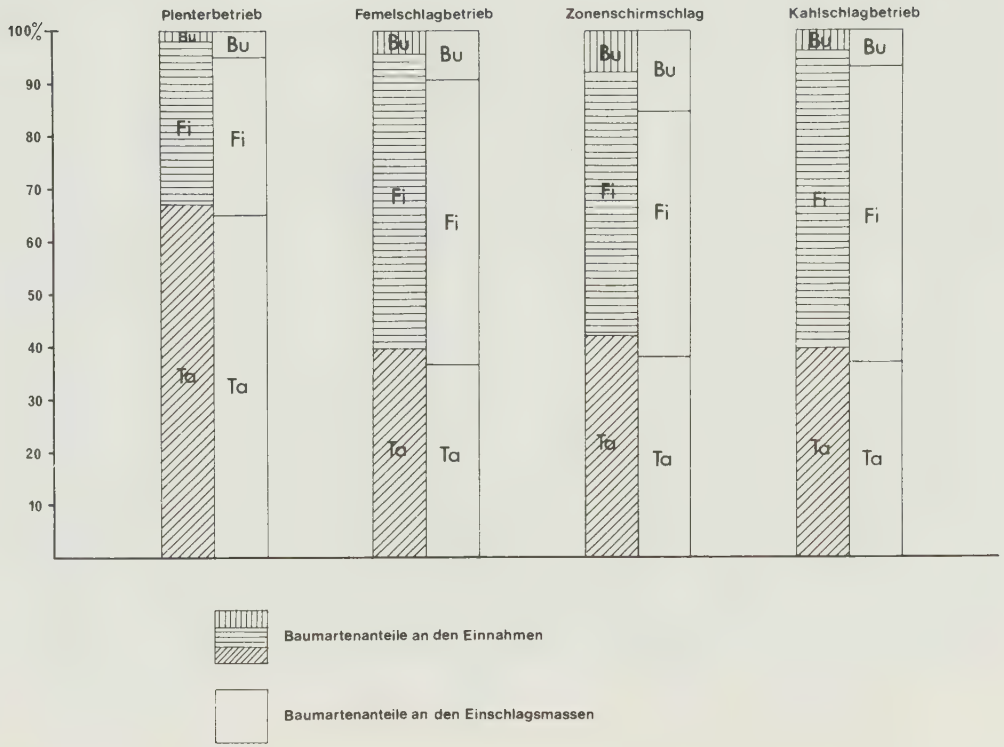
Aufteilung der Einnahmen(in %) aus dem Holzverkauf auf die einzelnen Baumarten (Ta, Fi, Bu)

Einnahmen insgesamt = 100 %

	Plenterbetrieb			Femelschlagbetrieb			Zonenschirmschlag			Kahlschlagbetrieb		
	Ta	Fi	Bu	Ta	Fi	Bu	Ta	Fi	Bu	Ta	Fi	Bu
m.R.	67,0	30,9	2,1	39,2	56,1	4,7	41,9	49,5	8,6	39,4	56,5	4,1
o.R.	67,1	30,9	2,0	39,5	56,1	4,4	41,9	50,0	8,1	39,6	56,5	3,9
Massenanteil am Einschlag	65,0	30,0	5,0	36,5	53,9	9,6	37,5	47,1	15,4	36,9	55,8	7,3

Abb.30

Baumartenanteile an den Einschlagsmassen und Einnahmen



Den relativen Anteil der Einnahmen aus dem Stamm- und Schichtholzverkauf sowie den Nebennutzungen zeigt Tab.14. Der Anteil des Stammholzes an den Erträgen schwankt zwischen etwa 85 und 91,5 %, der des Schichtholzes zwischen 3 und ca. 10,5 %. Dabei ist der Schichtholzanteil beim Kahlschlagbetrieb am höchsten, was vor allem auf die Notwendigkeit einer rechtzeitigen Standraumregelung infolge fehlender Stufigkeit zurückzuführen ist. Nach dem Kahlschlagbetrieb folgen in der Reihenfolge des abnehmenden Schichtholzanteils der Zonenschirmschlag, der Femelschlagbetrieb und der Plenterbetrieb.
Mit den Nebennutzungen verhält es sich, vom Plenterbetrieb abgesehen, gerade umgekehrt. Der Anteil an den Gesamteinnahmen beträgt 3,5 bis 6,5 % und ist beim Femelschlagbetrieb, wegen der umfangreichen Nutzungsmöglichkeit von Christbäumen und Zierreisig, am größten. Er übersteigt sogar den Schichtholzerlös beim Plenterbetrieb. Der hohe und für die Zierreisgewinnung unerläßliche Ta-Anteil trägt allerdings dazu bei, daß der Plenterbetrieb bei den Nebennutzungen insgesamt an zweiter Stelle steht. Es folgen der Zonenschirmschlag und der Kahlschlagbetrieb.

8. Gegenüberstellung von Aufwand und Ertrag

Für die abschließende, vergleichende Wertung der untersuchten Betriebsformen benutzen wir die Differenz zwischen den Einnahmen bzw. Erträgen aus Holz- und Nebenutzungen sowie den Ausgaben bzw. Aufwendungen für die Betriebsarbeiten. Diese Differenz kann im weiteren Sinne als Deckungsbeitrag betrachtet werden (s. Tab. 15 und Abb. 31). Die Kostenstelle "Verwaltung" (Forstpersonal, Geschäftsbedürfnisse, Steuern, Versicherungen, Abgaben, Aufwendungen für Gebäude etc.) in die Betrachtung mit einzubeziehen, um Reinerträge als Beurteilungskriterium herzuleiten, versprach keine Erhöhung des Aussagewertes. Denkt man sich Forstbetriebe, die ausschließlich oder doch überwiegend nach einer Betriebsform wirtschaften, dann sind zwar betriebsformbedingte Unterschiede im Verwaltungsaufwand wahrscheinlich. Diese Unterschiede zu quantifizieren ist jedoch nicht möglich. Den Verwaltungsaufwand mit einem für alle Betriebsformen gleichen Betrag anzusetzen, erhöht den Aussagewert der Ergebnisse nicht.- Die Erfahrung lehrt, daß die vier Betriebsformen sich nicht nur in den hier untersuchten Aufwendungen und Erträgen unterscheiden, sondern im längerfristigen Durchschnitt auch in Bezug auf die Betriebssicherheit (Risikofaktor) unterschiedlich zu bewerten sind. Dies gilt vor allem zwischen Plenter- und Femelschlagbetrieb auf der einen und Kahlschlagbetrieb auf der anderen Seite. Geringere Betriebssicherheit wirkt sich über Schäden (Schneebruch, Sturmwurf, Insektenbefall usw.) und Störungen im Wuchsverlauf letztlich dahingehend aus, daß die in der Kalkulation unterstellte Gesamtwuchsleistung nicht in voller Höhe und nicht in den kalkulierten Sorten genutzt werden kann. Wir sahen jedoch keine

Tabelle 15

Einnahmen und Ausgaben (DM/ha) insgesamt bei den verschiedenen Betriebsformen

	Plenterbetrieb				Femelschlagbetrieb				Zonenschirmschlag				Kahlschlagbetrieb			
	Komb.1	Komb.2	Komb.3	Komb.4	Komb.1	Komb.2	Komb.3	Komb.4	Komb.1	Komb.2	Komb.3	Komb.4	Komb.1	Komb.2	Komb.3	Komb.4
Einnahmen	97.745-	97.616-	97.616-	92.344-	95.731-	95.451-	95.451-	90.254-	81.005-	80.650-	80.650-	76.464-	83.847-	83.426-	83.426-	79.109-
Ausgaben	25.287-	24.493-	19.611-	17.960-	30.300-	28.368-	24.192-	22.237-	31.663-	29.268-	25.462-	23.440-	36.816-	33.481-	29.587-	27.444-
Differenz	72.458-	73.123-	78.005-	74.384-	65.431-	67.083-	71.259-	68.017-	49.342-	51.382-	55.188-	53.024-	47.031-	49.945-	53.839-	51.665-

Einnahmen und Ausgaben in DM je ha und Jahr

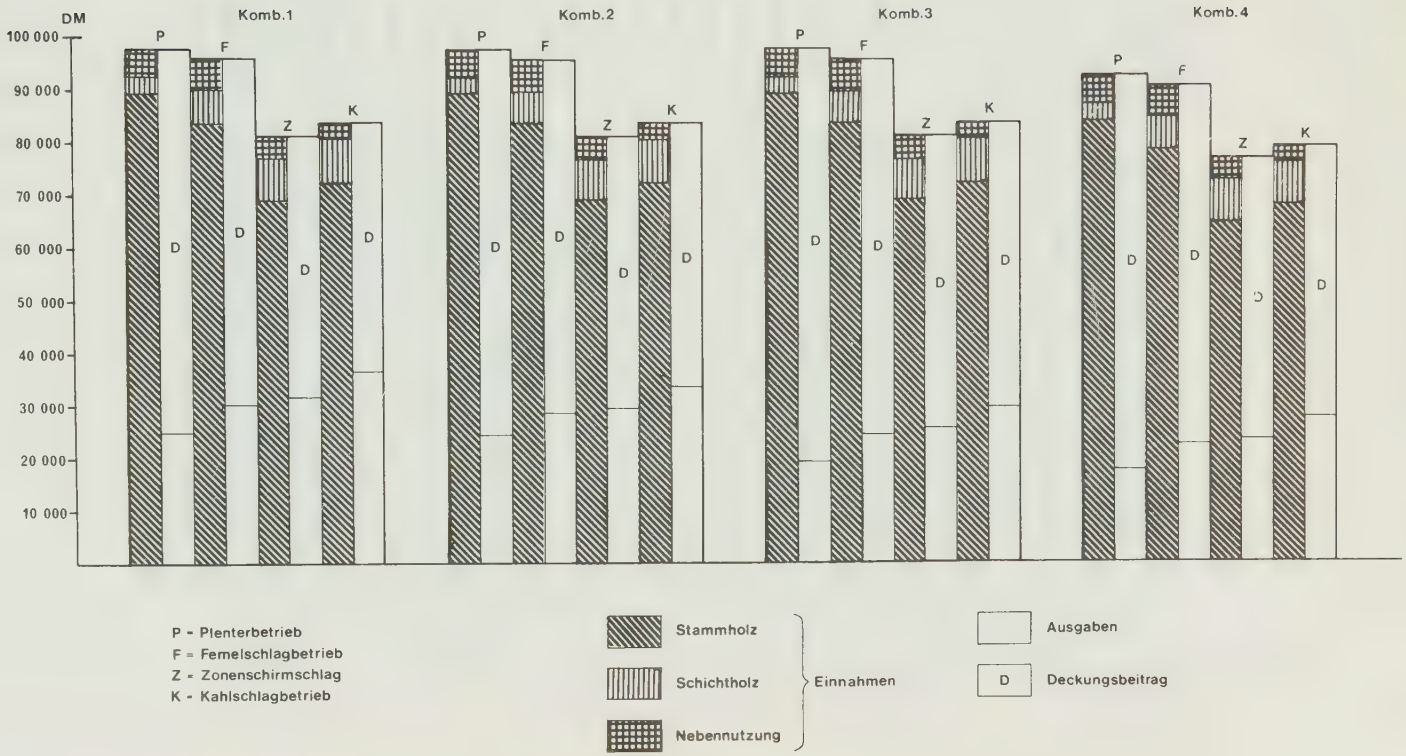
Einnahmen	752.-	751.-	751.-	710.-	736.-	734.-	734.-	694.-	623.-	620.-	620.-	588.-	645.-	642.-	642.-	608.-
Ausgaben	195.-	188.-	151.-	138.-	233.-	218.-	186.-	171.-	244.-	225.-	196.-	180.-	283.-	258.-	228.-	211.-
Differenz	557.-	563.-	600.-	572.-	503.-	516.-	548.-	523.-	380.-	395.-	425.-	408.-	362.-	384.-	414.-	397.-

Einnahmen und Ausgaben in DM je Efm und Jahr

Einnahmen	117.-	117.-	117.-	111.-	105.-	105.-	105.-	99.-	94.-	93.-	93.-	89.-	96.-	95.-	95.-	90.-
Ausgaben	30.-	29.-	24.-	22.-	33.-	31.-	27.-	24.-	37.-	34.-	29.-	27.-	42.-	38.-	34.-	31.-
Differenz	87.-	88.-	93.-	89.-	72.-	74.-	78.-	75.-	57.-	59.-	64.-	61.-	54.-	57.-	61.-	59.-

Abb.31

Gegenüberstellung der Einnahmen und Ausgaben bei den einzelnen Betriebsformen



Möglichkeit, die unterschiedliche Betriebssicherheit objektiv und reproduzierbar zu erfassen. Eine pure Schätzung hätte die auf Grund der übrigen Resultate möglichen Aussagen nur verwässert. Immerhin darf konstatiert werden, daß im Hinblick auf die Betriebssicherheit der Kahlschlagbetrieb relativ zum Plenter- und Femelschlagbetrieb eher ungünstiger zu beurteilen sein dürfte, als dies die Deckungsbeiträge ausweisen.

Die monetären Ergebnisse lassen sich, je nach Betrachtungsweise, auf zweierlei Art darstellen:

1.) Statische Betrachtung (ohne Diskontierung): die Aufwendungen und Erträge der einzelnen Betriebsformen und Kombinationen werden unter Verzicht auf eine Verzinsung über die gesamte Umtriebszeit aufsummiert (s. Tab. 15). Unterstellt man eine in allen Perioden flächenmäßig gleich ausgestattete Betriebsklasse, so liefert der jeweilige Quotient aus der Summe der Aufwendungen bzw. Erträge oder Deckungsbeiträge und der Umtriebszeit (in Jahren) die im Durchschnitt pro Jahr zu erwartenden Beträge (s. Tab. 15).

2.) Dynamische Betrachtung (mit Diskontierung): die Deckungsbeiträge werden nach Maßgabe ihres zeitlichen Anfalles auf die Gegenwart diskontiert. Am Beispiel der Kombination 3 wurde diese Betrachtung für die vier Betriebsformen mit alternativen Zinsfüßen von 3, 5 und 7 Prozent angestellt. Dabei sind wir uns der Problematik einer monetären Kalkulation über einen Zeitraum von mehr als hundert Jahren und des beschränkten Aussagewertes der einzelnen Vorwerte durchaus bewußt.

Bei statischer Betrachtung erweist sich der Plenterbetrieb in allen Kombinationen den anderen Betriebsformen mehr oder minder stark überlegen, vor allem dank des hohen Anteils von Nadelstarkholz. Auch dann, wenn die Baumartenanteile der anderen Betriebsformen denen des Plenterbetriebs entsprechen, besteht Grund zu der Annahme, daß der Plenterbetrieb am besten abschneidet, da er eine ineinandergeschobene Betriebsklasse darstellt, bei der die hohen Begründungskosten und die teuren Durchforstungen weitgehend entfallen. Nach dem Plenterbetrieb ist der Femelschlagbetrieb am günstigsten; Zonenschirmschlag und Kahlschlagbetrieb unterscheiden sich nur geringfügig.
Setzt man den Deckungsbeitrag beim Kahlschlagbetrieb, Kombination 3 = 100 %, so ergeben die Deckungsbeiträge beim

Plenterbetrieb	=	145 %
Femelschlagbetrieb	=	132 %
Zonenschirmschlag	=	102 %

Innerhalb der Betriebsformen ist die Kombination 3 (Nadelstammholz maschinell entrindet) stets am günstigsten. Es folgen Kombination 4 (alle Sorten in Rinde), Kombination 2 (Nadelstammholz manuell entrindet) und Kombination 1 (alle Nadelholzsorten manuell entrindet).

Die dynamische Betrachtung ergibt keine Änderung in der Rangfolge der einzelnen Betriebsformen. Die Unterschiede werden nur noch deutlicher, wie die nachfolgende Übersicht zeigt.

Vorwerte je ha der mit 3,5 und 7 Prozent auf den Beginn der Umtriebszeit diskontierten Deckungsbeiträge pro Jahrfünft

bei den verschiedenen Betriebsformen, Kombination 3

Betriebs-formen	Vorwert (DM / ha)		
	p = 3 %	p = 5 %	p = 7 %
Plenterbetrieb	+ 17.073,42	+ 9.524,46	+ 6.203,27
Femelschlag-betrieb	+ 2.143,69	+ 178,92	- 93,86
Zonenschirm-schlag	+ 515,39	- 859,21	- 932,40
Kahlschlag-betrieb	- 2.181,89	- 3.409,35	- 3.353,13

9. Zusammenfassung

1.) Als Beitrag zur Diskussion über Vor- und Nachteile der verschiedenen waldbaulichen Betriebsformen wurden am Beispiel von Tannen/Fichten/Buchen-Wäldern der montanen Wuchszone die Auswirkungen von Kahlschlag-, Zonenschirmschlag-, Femelschlag- und Plenterbetrieb auf arbeitswirtschaftliche und ökonomische Kriterien untersucht.

2.) Die ursprüngliche Absicht, konkrete Betriebe bzw. Bestände zum Gegenstand der Untersuchung zu machen, war nicht zu verwirklichen. Stattdessen wurden im Anhalt an Beispielbestände und an Hand von Informationen aus der Literatur Modelle entwickelt. Die Modellerstellung nach Wachstumsgang, periodenweiser Zielsetzung und Betriebsarbeiten bildet einen Schwerpunkt der Arbeit.

3.) Auf der Aufwandseite wurde versucht, alle Maßnahmen nach Art und Intensität zu erfassen, die zur Erreichung der betriebsformtypischen waldbaulichen Teilziele und des Gesamtzieles erforderlich erscheinen. Maßnahmen, bei denen eindeutige Unterschiede nach Betriebsformen nicht erkennbar waren (z.B. Wegneubau), blieben außer Betracht. Sowohl vom Arbeitsvolumen (arbeitswirtschaftliches Kriterium) als auch vom finanziellen Aufwand (ökonomisches Kriterium) her gesehen, erwies sich der Plenterbetrieb als günstigste Betriebsform. Dann folgen der Femelschlagbetrieb und Zonenschirmschlag. Der Kahlschlagbetrieb erfordert einen merklich höheren Aufwand.

4.) Die Ertragsseite umfaßt die Holz- und Nebennutzungen. Gesamthaft schneidet auch hier der Plenterbetrieb, dicht gefolgt vom Femelschlagbetrieb, am besten ab. Kahlschlagbetrieb und Zonenschirmschlag liegen am unteren Ende der Skala. Letzterer ist am ungünstigsten.

5.) Die Differenz zwischen Ertrag und Aufwand wird als Deckungsbeitrag angesehen. Sowohl bei statischer Betrachtung (ohne Verzinsung und ohne Berücksichtigung des Zeitablaufs) wie bei dynamischer Kalkulation (Summenvorwerte unter Verzinsung) lautet die Reihenfolge (mit abnehmendem Deckungsbeitrag): Plenterbetrieb, Femelschlagbetrieb, Zonenschirmschlagbetrieb, Kahlschlagbetrieb.

6.) Entscheidend für das Ergebnis sind:

- der hohe Anteil von Nadelholz an der Gesamtnutzung im Plenterbetrieb, Femelschlag- und Kahlschlagbetrieb; der Zonenschirmschlag hat einen relativ hohen Bu-Anteil.
- der hohe Starkholzanteil im Plenterbetrieb, hohe Nebennutzungen beim Femelschlagbetrieb.
- der hohe Vornutzungsanteil in relativ schwachem Holz beim Kahlschlagbetrieb.
- die beim Plenterbetrieb ganz geringen, beim Kahlschlagbetrieb sehr hohen Aufwendungen für Flächenräumung und Bestandesbegründung.

7.) Zweck der vorliegenden Untersuchung ist es, konkrete, quantitative Anhaltspunkte darüber zu vermitteln, welchen Erfüllungsgrad die verschiedenen Betriebsformen bezüglich der arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Zielkriterien erwarten lassen. Die Ergebnisse dürfen jedoch nicht als

umfassende Beurteilung der untersuchten Betriebsformen angesehen werden. So blieb beispielsweise das im Forstbetrieb sehr wesentliche Kriterium der Betriebssicherheit außer Betracht. Wir glauben, daß sich die Betriebsformen in dieser Hinsicht stark unterscheiden. Darüberhinaus reichen die untersuchten arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Kriterien allein nicht aus, um die vier Betriebsformen hinsichtlich der vielfältigen Funktionen des Waldes und der möglichen Zielsetzungen zu bewerten. Die Ergebnisse vermögen aber einen Beitrag für eine weitergehende Betrachtung, etwa in Form einer Nutzwertanalyse (vergl. z.B. HENNE, 1972) zu liefern.

Literaturverzeichnis

ALTHERR, E.; 1963: Untersuchungen über Schaftform, Berindung und Sortimentsanfall bei der Weißtanne
Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 134. Jg., Nr. 5/6

ASSMANN, E.; 1961: Waldertragskunde, München

BACHMANN, R.P.; 1968: Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunktes im Waldbau
Diss. Nr. 4171, Zürich

BAUER, F.W.; 1962: Waldbau als Wissenschaft
München

DRESCHER, W.; 1965: Aus der Bestands- und Ertragsgeschichte von Beständen des südlichen Hochschwarzwaldes
Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 19

EH, H.; 1961: Untersuchungen über die Rindenstärke der Fichte in einigen Wuchsbezirken des württembergischen Oberschwabens
Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 132. Jg., Nr. 4

EISENKOLB, R.; 1963: Der Staatswald Todtmoos
Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 15

GEIGER, F.; 1959: Arbeitsaufwand und Lohnkosten eines Modellforstamtes
Allgem. Forstzeitschrift, 14. Jg., Nr. 9

GUTSCHICK, V.; 1965: Anregungen zur rationellen Ästung;
Der Forstmann in Baden-Württemberg, 15. Jg., Nr. 7

HARTMANN u. BONNEMANN; 1959: Grundlagen der Forstwirtschaft; Kap. 9

HENNE, A.; 1972: Die Sozialfunktionen des Waldes in der mittelfristigen forstlichen Planung;
Allgem. Forstzeitschrift, 27. Jg., Nr. 24

HOCKENJOS, F.; 1956: Tannen - Buchen - Fichten - Wirtschaft im Staatswald St. Märgen;
Der Forstmann in Baden und Württemberg, 6. Jg., Nr. 1

HUBER, E.; 1966: Umtriebszeit und Rationalisierung;
Allgem. Forstzeitschrift, 21. Jg., Nr. 7 und 8

KÖSTLER, J.N.; 1956: Allgäuer Plenterwaldtypen; Forstwissenschaftliches Centralblatt, 76. Jg.

KRAMER, H.; 1963: Biologische Grenzen der Fichtenästung;
Der Forst- und Holzwirt, 18. Jg., Nr. 2

KRENN, K.; 1948: Tarife zur Massenberechnung von Beständen; Schriftenreihe der Bad.Forstl. Versuchsanstalt, Heft 6, Freiburg

KULUŠIĆ, B.; 1971: Untersuchungen über das Rücken von Nadelholz unter besonderer Berücksichtigung der Belieferung von Holzhöfen; Diss., Freiburg

LEINERT, S. und MÜLLER, B.; 1971, 1972: Entrindung von Nadelstammholz mit der Rindab; Holz-Zentralblatt, 97. Jg., Nr. 155 und 156 sowie Holz-Zentralblatt, 98. Jg., Nr. 1

LÖFFLER, H.-D.; 1968: Einflüsse auf den Wert des Rohholzes; Schriftenreihe der Forstl. Abt. der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Band 9

LÖFFLER, H.-D.; 1961: Untersuchungen über Verbrauch, Bedarf und Bewertung von Fichte/Tanne -Starkholz (unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Baden-Württemberg); Freiburg

LOYCKE, H.J.; 1970: Vorausschätzen von Leistungen beim Rücken von Fichtenstammholz mit Forstschleppern; Mitteilungen des KWF, Band VII

MAYER, H.; 1969: Waldbauliche Rationalisierung und forstbetriebliche Investitionsplanung; Allgem. Forstzeitschrift, 24. Jg., Nr. 25 und 26

MITSCHERLICH, G.; 1952: Der Tannen - Fichten- (Buchen-) Plenterwald; Schriftenreihe der Bad. Forstl. Versuchsanstalt, Heft 8

MITSCHERLICH, G.; 1963: Untersuchungen in Schlag- und Plenterwäldern; Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 135. Jg., Nr. 1

PRODAN, M.; 1949: Normalisierung des Plenterwaldes; Schriftenreihe der Bad. Forstl. Versuchsanstalt, Heft 7, Freiburg

STEINLIN, H.; 1966: Ein Vergleich von Aufwand und Erträgen in einer sogenannten "klassischen" und einer sogenannten "modernen" Forstwirtschaft; Interne Mitteilung Nr. 11 der Abt. Waldarbeit der Baden-Württemb. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Freiburg

VOLK, K.; 1967: Wege zum betriebssicheren Bergwald in Südbaden; Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 138. Jg., Nr. 8

ZIMMERLE, H.; 1950; 1951: Die Stammform der Weißtanne im Hochwald und Plenterwald und diejenige der Fichte zum Vergleich; Allgem. Forst- u. Jagdzeitung, 122. Jg., Nr. 4

-.- Aufnahmeanweisung zur Erhebung der Daten für den Holzerntetarif (HET) 1970; Buchschlag 1971

-.- Baden-Württembergische Hilfstabellen für die Forsteinrichtung, 1966

-.- Hessische Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, Gießen 1955

-.- Forststatistisches Jahrbuch von Baden-Württemberg, 1971

Anhang

I Femelschlagbetrieb: Beschreibung der Teilziele 1-6

II Femelschlagbetrieb: Feststellung der Nutzungen

III Zonenschirmschlag: Beschreibung der Teilziele 1-6

IV Zonenschirmschlag: Feststellung der Nutzungen

V Erläuterungen zur Ermittlung der Rückeleistung

VI Beispiel zur Ermittlung der Rückeleistung beim Stammholz

VII Beispiel zur Ermittlung der Rückeleistung beim Schichtholz

VIII Berechnung der Entfernungen beim Rücken von Schichtholz mit Timberjack

IX Berechnung der Entfernungen beim Rücken von Stammholz mit Timberjack

X Berechnung der Entfernungen beim Rücken von Stammholz mit Unimog im Rundverkehr

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Kahlschlagbetrieb Ziel: 1 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersk., Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

Fi - Bu - Ta - Jungwuchs (unter Altholzschirm)

Unter horst-gruppenw. aufgelichtetem Altholzschirm stockende, ungleichaltrige, durch Ta-Vorwüchse u. Jungwuchskegel häufig stufige, geschlossene Femelschlagverjüngung aus gruppenw. vorhandener Bu, meist truppw. vorkommender Fi und einz.-truppw. auftretender Ta; z.T. mit Fi-Wildlingen ausgebessert. Ortsweise etwas Fällungsschaden.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm$_D$	Holzvorrat Vfm, m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm, m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	~133		I/II =	Ta	1,50	10						30		
			20 j	Fi	1,75	9						35		
				Bu	1,75	5						35		
					5,00*)	rel. II								
			Altholz vor dem nächsten Verjüngungshieb											
5	~133	0,68	VII =	Ta	1,77	10	-	790	158		40	35		
			135 j	Fi	2,55	9	-	970	194		50	51		
				Bu	0,68	5	-	190	38		10	14		
					5,00	rel. II	7	1950	390					

*) Aufgeteilt nach dem Flächenanteil

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Femelschlagbetrieb Ziel: 2 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

Angehende Fi - Bu - Ta - Dickung (mit Altholzrest)

Aus Femelschlagverjüngung hervorgegangene, daher ungleichaltrige und stufige, jedoch stammzahlreiche u. geschlossene Dickung mit wechselnden Anteilen von gruppenw. vorhandener Fi und Bu sowie meist einz.-truppw. auftretender, z.T. unter Bu zwischenständiger Ta. Fi z.T. ausgebessert. Einzelne Fällungsschäden durch Nutzung des noch darüber befindlichen Altholzrestes.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	d_{Gz} 100	IGz Vfm_D	Holzvorrat Vfm_D m.R. insgesamt	Holzvorrat je ha	Grundfläche gm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	~133	(1,3)	II =	Ta	1,53	10						31	4	geschätzt
			30 j	Fi	1,82	9						36	5	
				Bu	1,65	5						33	4	
					5,00 *)	rel.II								
					= 3,25+	1,75								
			Altholz vor dem nächsten Verjüngungshieb											
5	~133	0,35	VIII=	Ta	0,63	10	-	420	84		42	36		
			145 j	Fi	0,93	9	-	500	100		50	53		
				Bu	0,19	5	-	80	16		8	11		
					1,75 **)	rel.II 3		1000	200					

*) Aufgeteilt nach dem Flächenanteil
**) Ideelle Teilfläche bei B° 1,0

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Kahlschlagbetrieb Ziel: 3 und 4 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

3.Teilziel: Angehendes Fi - Ta - Bu - Stangenholz

Angehendes, teilw. stufiges, dicht geschlossenes Stangenholz aus meist truppw.-gruppenw.-vorkommender Fi und Bu, einz.-truppw. vorhandener, z.T. zwischen- u. unterständiger Ta sowie älteren, größtenteils geasteten Ta-Vorwüchsen.

4.Teilziel: Angehendes Fi - Ta - Bu - Baumholz

Angehendes, stufiges, geschlossenes Baumholz mit eingesprengten Ta-Vorwüchsen und wechselnden Anteilen von truppw. vorkommender Fi, einz.-truppw. auftretender, z.T. auch unterständiger Ta sowie truppw. beigemengter, häfig zwischenständiger Bu. Ta und Fi zum großen Teil geastet.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm	Holzvorrat Vfm, m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm, m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
						3.Teilziel								
5	~133	1,15	III=	Ta	1,55	10	-	170	34		29	31	10	geschätzt
			45 j	Fi	1,92	9	-	330	66	30	56	38	14	
				Bu	1,53	5	-	85	17		15	31	10	
					5,00	mel.II	9,5	585	117					
						4.Teilziel								
5	~133	1,1	III/IV=	Ta	1,60	10	-	375	75		32	32	16	geschätzt
			60 j	Fi	2,04	9	-	630	126	42	53	41	19	
				Bu	1,36	5	-	185	37		15	27	15	
					5,00	mel.II	11,4	1190	238					

Lfd. Nr.: Größe:

Betriebsform: Femelschlagbetrieb Ziel: 5 und 6 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

5.Teilziel: Fi- Ta - Bu - Baumholz

Stufiges und geschlossenes Baumholz aus Ta und Fi in überwiegend stammw. Mischung mit truppw. auftretender, meist zwischenständiger Bu sowie einzelnen, unterständigen Ta und Bu. Ta und Fi häufig geastet.

6.Teilziel: Fi - Ta - Bu - Altholz

Zur Verjüngung vorgesehenes, aber noch geschlossenes, stufiges Altholz aus stammw. auftretender, häufig geasteter Fi u. Ta, einz.-truppw. auftretender, meist zwischenständiger Bu sowie auf ganzer Fläche verteilten, einzelnen unterständigen Ta.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm/a	Holzvorrat Vfm/a m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm/a m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					5.Teilziel									
5	~133	1,1	V =	Ta	1,65	10	-	735	147		35	33	23	35
			85 j	Fi	2,21	9	-	1060	212	45	51	44	24	36
				Bu	1,14	5	-	290	58		14	23	20	26
					5,00	mel.II	12,3	2085	417				geschätzt	
					6.Teilziel									
5	~133	1,1	VI =	Ta	1,72	10	-	1090	218		38	34	28	44
			115 j	Fi	2,40	9	-	1415	283	48	50	48	30	42
				Bu	0,88	5	-	330	66		12	18	25	25
					5,00	mel.II	10,0	2835	567					

Anhang II

Femelschlagbetrieb:

Feststellung der Nutzungen

Verwendete Formel: (V_A + 1Gz · n - V_E = N)

I. 1Gz zwischen den Teilzielen 3, Alter 45 = 9,5 Vfm_D
" 4, " 60 = 11,4 "
15

} 20,9:2 = 10,45 ~ 10,5 · 15 = 157,5 ~ 158 Vfm_D

Vorrat beim 3. Teilziel, Alter 45 = 117 Vfm_D
+ 158 "
275 Vfm_D
Vorrat beim 4. Teilziel, Alter 60 = 238 "
37 Vfm_D = Nutzung in der Periode 3/4

24, 7 im Jahrzehnt

II. 1Gz zwischen den Teilzielen 4, Alter 60 = 11,4 Vfm_D
" 5, " 85 = 12,3 "
25

} 23,7:2 = 11,85 ~ 11,9 · 25 = 297,5 ~ 298 Vfm_D

Vorrat beim 4. Teilziel, Alter 60 = 238 Vfm_D
+ 298 "
536 Vfm_D
Vorrat beim 5. Teilziel, Alter 85 = 417 "
119 Vfm_D = Nutzung in der Periode 4/5

47,6 im Jahrzehnt

III. 1Gz zwischen den Teilzielen 5, Alter 85 = 12,3 Vfm_D
" 6, " 115 = 10,0 "
30

} 22,3:2 = 11,15 ~ 11,2 · 30 = 336 Vfm_D

Vorrat beim 5. Teilziel, Alter 85 = 417 Vfm_D
+ 336 "
753 Vfm_D
Vorrat beim 6. Teilziel, Alter 115= 567 "
186 Vfm_D = Nutzung in der Periode 5/6

62 im Jahrzehnt

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Zonenschirmschlag Ziel: 1 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

Bu - Fi - Ta - Jungwuchs (unter Altholzschirm)

Unter gleichmäßig aufgelichtetem Altholzschirm stockende, schwach stufige, vielerorts gleichwüchsige, locker geschlossene Schirmschlagverjüngung aus meist einz.-truppw. vorhandener Ta, Fi und Bu; Fi zumeist, Ta teilw. künstl. eingebracht; etwas Fällungs-, Rücke- und Verbißschäden.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm/a	Holzvorrat Vfm m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	~128		I b=	Ta	0,30	10						30		
			15 j	Fi	0,30	9						30		
				Bu	0,40	5						40		
					1.00	zl.II								
				Altholz vor dem nächsten Verjüngungshieb										
1	~128	0,65	VII =	Ta	0,35	10	-		150		41	35		
			130 j	Fi	0,40	9	-		150		41	40		
				Bu	0,25	5	-		64		18	25		
					1,00	zl.II	6,4		364					

Lfd. Nr.: Abt.:

Betriebsform: Zonenschirmschlag Abt.: 2 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersk., Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

Bu - Fi - T a - Dickung

Aus Schirmschlagverjüngung hervorgegangene, durch Ausbesserung vervollständigte etwas stufige, geschlossene Dickung aus meist einz.-truppw. vorhandener Bu, Ta und Fi; Altholz des Vorbestandes bereits geräumt.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm	Holzvorrat Vfm m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	~128	(1,6)	II =	Ta	0,31	10						31	3	geschätzt
			25 j	Fi	0,31	9						31	4	
				Bu	0,38	5						38	4	
					1,00 ml.II									

Nach dem Verjüngungshieb

Altbestand nicht mehr vorhanden

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Zonenschirmschlag Ziel: 3 u. 4 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

3. Teilziel: Angehendes Bu - Fi - Ta - Stangenholz

Angehendes, ± einschichtiges, nur im Kronendach etwas stufiges, geschlossenes bis dicht geschlossenes Stangenholz aus meist einz.-truppw. beigemischter Ta sowie truppw. vorhandener Fi und Bu. Ta z.T. geastet.

4. Teilziel: Angehendes Bu - Fi - Ta - Baumholz

Angehendes, im Kronendach meist etwas stufiges, geschlossenes Baumholz aus einz.-truppw. beigemischter Ta sowie truppw. vorkommender Fi und Bu. Ta, z.T. auch Fi geastet.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dG1 100	IGz Vfm0	Holzvorrat Vfm, m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm, m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. d1,3 cm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
						3. Teilziel									
1	~128	1,1	II/III =	Ta	0,31	10	-		25		29	31	9		geschätzt
			40 j.	Fi	0,33	9	-		47	30	54	33	10		
				Bu	0,36	5	-		15		17	36	8		
					1.00	mel.II	8,4		87						
						4. Teilziel									
1	~128	1,0	III =	Ta	0,32	10	-		63		32	32	15		geschätzt
			55 j	Fi	0,34	9	-		93	42	48	34	17		
				Bu	0,34	5	-		38		20	34	14		
					1,00	mel.II	11		194						

Lfd. Nr.: Stelle:

Betriebsform: Zonenschirmschlag Ziel: 5 u. 6 Periode:

Bestandesbeschreibung: Baumart, Natürl. Altersklasse, Aufbauform, Schlußgrad, Mischungsform, Pflegezustand, ggf. Schäden

Bu - Fi - Ta - Baumholz

Älteres, im Kronendach etwas stufiges, im wesentlichen noch geschlossenes Baumholz aus einz.-truppw. Mischung von Fi, Ta und Bu. Ta und z.T. auch Fi geastet. Etwas Schneebruchschäden.

6.Teilziel:

Bu - Fi - Ta - Altholz

Zur Verjüngung vorgesehenes, geschlossenes -licht geschlossenes, kaum stufiges Altholz aus einz.-truppw. Mischung von Fi, Ta und Bu. Ta und Fi z.T. geastet. Mitunter etwas Bu-Aufschlag u. Ta-Anflug.

Bestandesdaten

Holzboden ha	Umtriebszeit	Bestockungsgrad	Alter bzw. Altersklasse	Baumart Bezeichnung	Baumart ha	dGz 100	IGz Vfm/a	Holzvorrat Vfm/ha m.R. insgesamt	Holzvorrat Vfm/ha m.R. je ha	Grundfläche qm/ha	Baumarten-Anteil Masse %	Baumarten-Anteil Fläche %	Mittl. Höhe m	Mittl. $d_{1,3}$ cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
						5.Teilziel								
1	~ 128	1,0	V =	Ta	0,33	10	-		153		37	33	22	35
			85 j	Fi	0,36	9	-		180	46	43	36	25	36
				Bu	0,31	5	-		81		20	31	18	25
					1,00	rel.II	13		414				geschätzt	
						6.Teilziel								
1	~ 128	1,0	VI =	Ta	0,34	10	-		226		40	34	28	55
			115 j	Fi	0,39	9	-		236	47	42	39	30	50
				Bu	0,27	5	-		104		18	27	25	35
					1,00	rel.II	10		566				geschätzt	
								abgerundet:	560					

Zonenschirmschlag

Feststellung der Nutzungen

Verwendete Formel: (V_A + lGz · n − V_E = N)

I. lGz zwischen den Teilzielen 3, Alter 40 = 8,4 Vfm_D
" 4, " 55 = 11,0 "
15
} 19,4:2= 9,7 · 15 = 145,5~146 Vfm_D

Vorrat beim 3.Teilziel, Alter 40 = 87 Vfm_D
+ 146 "
233 Vfm_D

Vorrat beim 4.Teilziel, Alter 55 = 194 "
39 Vfm_D = Nutzung in der Periode 3/4

26,0 im Jahrzehnt

II. lGz zwischen den Teilzielen 4, Alter 55 = 11 Vfm_D
" 5, Alter 85 = 13 "
30
} 24 : 2 = 12 · 30 = 360 Vfm_D

Vorrat beim 4.Teilziel, Alter 55 = 194 Vfm_D
+ 360 "
554 Vfm_D

Vorrat beim 5.Teilziel, Alter 85 = 414 "
140 Vfm_D = Nutzung in der Periode 4/5

46,6 im Jahrzehnt

III. lGz zwischen den Teilzielen 5, Alter 85 = 13 Vfm_D
" 6, Alter 115 = 10 "
30
} 23 : 2 = 11,5 · 30 = 345 Vfm_D

Vorrat beim 5.Teilziel, Alter 85 = 414 Vfm_D
+ 345 "
759 Vfm_D

Vorrat beim 6.Teilziel, Alter 115 = 566 "
193 Vfm_D = Nutzung in der Periode 5/6

64,3 im Jahrzehnt

Anhang V

Erläuterungen zur Ermittlung der Rückeleistung beim Stammholz

Als Kalkulationsunterlagen dienten die Tabellen von LOYCKE (1970) über das "Vorausschätzen von Leistungen beim Rücken von Fichtenstammholz mit Forstschleppern". Alle Eingangsgrößen wie Hiebsmenge, Größe der Rückefelder, mittlere Stückmasse und Rückeentfernungen sind in den Anlagen 18 und 32 sowie der Tabelle 1 und dem Anhang VIII - X aufgeführt.

Das nachfolgende Kalkulationsbeispiel für das Rücken mit Timberjack bezieht sich ausschließlich auf den Plenterbetrieb, Rückefeld 1 b_1, b_2 bzw. 1 e_1, e_2. Dabei werden für die einzelnen Teilvorgänge nur die ermittelten Zeitwerte und deren Quelle (in der o.a. Kalkulationsunterlage) angegeben.

Bringungsschlepper: Schwerer Knickschlepper (Timberjack)

Seilarbeit: Anlage 5

Seilzugdistanz = 10 m

Häufigkeit: entspricht der Stückzahl = 2

Seil ausziehen, bergab: 0,49 min, multipliziert mit der Anzahl der Vorgänge (Stückzahl) - Anlage 5, Übersicht 1

Anhängen der Last: 0,28 min/fm - Anlage 5, Übersicht 1
Maßgebend ist die Masse der Aufseillast (Lastgröße) in fm. Multiplikation mit der Anzahl der Vorgänge (Chokersystem), s. Anwendungsbeispiel, Anlage 6

Seilzug: durchschnittlich gefahrener Seilweg = 25 m/min - Anlage 5, Übersicht 3a, S & R - Forstwinde: FW 4/1
Zeitaufwand: 0,40 min/fm - Anlage 5, Übersicht 3b
Multiplikation mit der Anzahl der Vorgänge, s. Anwendungsbeispiel, Anlage 6

Anhang V a

Seilarbeit insgesamt: Zuschlag für die Behinderung durch Verjüngung bzw. Jungwuchs beim

Plenterbetrieb: generell = 10 %

Femelschlagbetrieb: Endnutzung = 7,5 % (7-8 %)

Zonenschirmschlag: Endnutzung = 5 %

Variable Zeiten: Anlage 4, A

Die Rückeentfernungen im Bestand und auf der Waldstraße wurden mit dem Zeitaufwand in min/m multipliziert. Zwischenwerte sind interpoliert, ggf. auch extrapoliert. Die Tabellenwerte sind nach durchschnittlichen Transportlasten gestaffelt. Für die Leerfahrt gilt die Spalte mit der Lastgröße 0.

Lastfahrt, bergab (im Bestand): Anlage 4, Übersicht 4

Lastfahrt, bergauf (im Bestand): 0,021 min/m (Lastgröße: 3,22 fm) - Anlage 4, Übersicht 4, in Verbindung mit den Anmerkungen bei Punkt 6

Lastfahrt, auf der Waldstraße: 0,014 min/m (Lastgröße: etwas über 3 fm) - Anlage 4, Übersicht 1 (normale Verhältnisse), in Verbindung mit den Anmerkungen bei Punkt 7

Leerfahrt, bergauf bzw. bergab (im Bestand): 0,014 min/m Lastgröße: 0 fm) - Anlage 4, Übersicht 4, in Verbindung mit den Anmerkungen bei Punkt 6

Leerfahrt, auf der Waldstraße: 0,009 min/m - Anlage 4, Anmerkungen und Übersicht 7

Anhang V b

Fixe Zeiten: Anlage 4, B

Lastenbildung: Zeitwerte in min/fm oder min/Stück

Es wurde angenommen, daß die Lastenbildung mehr von der Stückzahl als von der Lastgröße beeinflußt wird. Außerdem kommt bei gleicher Lastgröße im Zeitaufwand je Stück die größere Stückzahl beim Rücken schwacher Stämme zum Ausdruck. Allerdings sind für den Timberjack keine Zeiten in min/Stck. vorhanden. Da die Lastenbildung jedoch von der Art der Zugmaschine (bei sonst ähnlicher Konstruktion) ziemlich unabhängig sein dürfte, wurden die Werte für den Welte-Ökonom verwendet.

Zeitaufwand: 1,20 min/Stck. - Anlage 4, B I 6.
Multiplikation mit der Stückzahl erforderlich.

Die Kalkulationsdaten beziehen sich auf Zweimann-Arbeit. Da beim Stammholzrücken mit dem Knickschlepper aber Einmann-Arbeit unterstellt wird, wurde auf die, für die Lastenbildung aufgeführten Zeiten ein Zuschlag von 20 % gegeben.

Abhängen, Wenden: Wie bereits erwähnt, bedingt das gemeinschaftliche Rücken von Nd.-Stammholz und Bu-Stammholz sowie Industrieholz lang ein 2maliges Abhängen und Poltern. Deshalb ist eine Aufteilung der Rückelast erforderlich.

Lastgröße: 3,22 fm, davon
0,17 fm Bu-Stammholz und Bu-IH-lang
3,05 fm Nd.-Stammholz

Zeitaufwand: Abhängen = 1,00 min/fm (0,17 fm)
0,28 min/fm (3,05 fm)
Poltern = 1,05 min/fm (0,17 fm)
0,62 min/fm (3,05 fm)
Anlage 4, B.II

Dabei wurden die Werte für Abrollpolter, vom Weg auf den Unterhang, unterstellt. Multiplikation mit der betreffenden Masse ist erforderlich.

Rangieren u.Wenden: Zeitwerte aus Anlage 4, B.III, pauschal für eine Lastgröße von ca. 3 fm. Im Anhalt daran wurden je Transport 0,50 min/fm unterstellt. Eine Multiplikation mit der fm-Zahl der Rückelast unterblieb.

Zuschlagszeiten: Anlage 4, C
Nach den Anmerkungen unter I, II und III wurden zur Reinen Arbeitszeit zugeschlagen:
für

Persönliche, Sachliche und Erholzeiten	=	5%
Rüstzeiten (bei tägl. An- und Abfahrt)	=	1%
Störzeiten	=	5%
		11%

Da ggf. noch kleinere Pflege-, Wartungs- oder Reparaturarbeiten hinzukommen können, wurde ein pauschaler Zuschlag von insgesamt 15 % angenommen.

Gesamtzeit, Bringungsleistung: 14,15 fm/Std.
Dividiert man die Gesamtzeit durch die fm-Anzahl der Rückelast, so erhält man den Zeitaufwand pro fm. Daraus kann dann die Bringungsleistung in fm/Std. abgeleitet werden.

Bringungsschlepper: Leichter Unimog (Einsatz im Kahlschlagbetrieb)
Seilarbeit: Es wurden die gleichen Kalkulationsunterlagen verwendet wie beim Timberjack - Anlage 5, Übersicht 1, 2, 3a und 3b. Jedoch kommt bei den Rückefeldern 1 b_1, b_2 bzw. 1 c_1, c_2 noch das Nachseilen hinzu, weil der Unimog bei 35 % Steigung bergauf die Last nicht im Direktzug bewältigen kann. Er muß also nach dem Anhängen der Last zur Waldstraße fahren und zieht von dort aus die angehängten Stämme nach. Zeitwerte für das Nachseilen: aus Anlage 5, Übersicht 5. Dabei wurde ggf. interpoliert.

Anhang V d

Variable Zeiten: Anlage 1

Im Gegensatz zum Knickschlepper kann der Unimog nicht auf der Rückegasse wenden. Es wurde deshalb unterstellt, daß er im Rundverkehr fährt. Dadurch sind die Rückeentfernungen, insbesondere bei der Leerfahrt, beim Unimog größer als beim Timberjack. Sie lassen sich jedoch bei geringem Hiebsanfall verkürzen, wenn der Unimog die Last aus den einzelnen Rückefeldern zunächst an der Waldstraße konzentriert und später gemeinsam zum Polterplatz transportiert. Beispiel: Der Unimog holt erst das Holz aus den Rückefeldern 1 b_1, b_2, dann aus 1 c_1, c_2 und nimmt dabei das Holz aus 1 a_1 zum Polterplatz mit.

Bei der Kalkulation wurden folgende Tabellen verwendet: für die Last- und Leerfahrt auf der Waldstraße: Anlage 1, Übersicht 1
Fahrt bergauf (mit abspulendem Seil): Anlage 1, Übersicht 4
Last- und Leerfahrt bergab: Anlage 1, Übersicht 5
Fahrt auf R_a bzw. R_b (im Bestand, parallel zur Waldstraße): Anlage 1, Übersicht 2.

Fixe Zeiten: Anlage 1, B.Ggf. wurde interpoliert
Lastenbildung: Anlage 1, B I, plus 20 % Zuschlag für 1 Mann-Arbeit
Abhängen: Anlage 1, B II
Rangieren und Wenden: Anlage 1, B III
Poltern: Anlage 1, B IV

Zuschlagszeiten: wie beim Timberjack: generell 15 %
Gesamtzeit, Bringungsleistung: Ermittlung wie beim Timberjack.

Anhang VI

Ermittlung der Bringungsleistung

Betriebsform: Plenterbetrieb ..... Bringungsmittel: schwerer Knickschlepper

Periode: ...../..... Seilwinde S & R FW 4/1 .....

Alter: ...../..... Lastgröße: bergab: ...../.....

Hieb (Nr.) alle 10 Jahre ..... bergauf: 12,86 = 4·3,22

Hiebsart: Plenterhieb ..... Mittlere Stückmasse: 2,14

Zone (Feld): $1b_1$; b_2 bzw. $1e_1$; e_2 Stückzahl: ca. 2 / Fahrt

Seilarbeit:

Seil ausziehen: bergab: 2·10 m

bergauf: ..... m

insgesamt: 2·10 m = 2·0,49 = 0,98 min/Last

= – min/fm

Anhängen der Last: 2·0,28 = 0,56 min/fm

Seilzug: 25 m/min / fm 0,4 min bis 10m = 2·0,4 = 0,80 min/fm

Seilarbeit insgesamt (RAZ) 2,34 + 10% = 2,57 min/

Variable Zeiten:

Nachseilen: – m = – min/fm,

Lastfahrt: Erdweg (Bestand) 46 (0,021) m = 0,97 min/fm,

Straße (befest. Weg) 53 (0,014) m = 0,74 min/fm,

Leerfahrt: Erdweg (Bestand) 46 (0,014) m = 0,64 min/fm,

Straße (befest. Weg) 53 (0,009) m = 0,48 min/fm,

Variable Zeiten insges. (RAZ) = 2,83 min/fm,

Fixe Zeiten:

Lastenbildung 2·1,20 = 2,40+20%=2,88 min/fm

Abhängen 0,17·1,0=0,17 3,05·0,28=0,85 min/fm

Rangieren u. Wenden: 0,50 min/fm

Poltern 0,17·1,05 = 0,18 3,05·0,62 = 1,89 min/fm

Fixe Zeiten insges. (RAZ) 6,47 min/fm

RAZ insgesamt: 11,87 min/fm

Zuschlagzeiten: Persönliche, sachliche u. Erholzeiten: ..... % = ... min/fm

Rüstzeiten: ..... % = ... min/fm

Störzeit: ..... % = ... min/fm

Zuschlagszeiten insges. ~15 % = 1,78 min/fm

Gesamtzeit: 13,65:3,22=4,24 min/fm

Bringungsleistung: 14,15 fm/Std.

Kosten: 3,32 3.– DM/fm/Fahrt 4 Fahrten = 13,28 13.– DM

Anhang VII

Ermittlung der Rückeleistung

Nadel - Schichtholz

(2-Mann-Einsatz)

Betriebsform: Plenterbetrieb ..... Bringungsmittel: schwerer Knickschleppe

Periode: ..... - ..... Lastgröße: 1,2 rm = 0,84 fm

Alter: ..... - ..... Bündelzahl: 1,2 .....

Hieb (Nr.): alle 10 Jahre ..... Bündelabstand: 52 m .....

Hiebsart: Plenterhieb ..... Anzahl der Fahrten: 0,6 .....

Zone (Feld): $5\delta_1, \delta_2$ bzw. $5\alpha_1, \alpha_2$ .....

Fixkosten: für Lastenbildung, Rangieren u. Wenden, Poltern

pro rm = 2,35 DM

pro fm = 3,40 DM

pro Fahrt = 4,70 DM

Variable Kosten: Leer- bzw. Lastfahrt (Erdweg + Waldstraße)

Rückedistanz insges. (1 Weg): ca. 105 ..... m

Kosten pro rm: 3,70 ..... DM

Kosten pro fm: 5,20 ..... DM

Kosten pro Fahrt: 7,40 ..... DM

Gesamtkosten: pro rm: 6,05 ..... DM, bei 0,6 .... Fahrten = 3,63 ..... DM

pro fm: 8,60 ..... DM, bei 0,6 .... " = 5,16 ..... DM

pro Fahrt: 12,10 ..... DM, bei 0,6 .... " = 7,26 ..... DM

Anhang VIII

Berechnung der Entfernungen beim Rücken von Schichtholz mit Timberjack

Zone	Rückefeld	Leer- bzw. Lastfahrt		
		Rückegasse	Erdweg (Bestand)/m	Waldstraße (befest.Weg)/m
1	$\alpha_1 + \alpha_2$	R_1	328	53
	$\delta_1 + \delta_2$	R_4	328	53
	$\beta_1 + \beta_2$	R_2	328	88
	$\gamma_1 + \gamma_2$	R_3	328	88
2	$\alpha_1 + \alpha_2$	R_1	255	53
	$\delta_1 + \delta_2$	R_4	255	53
	$\beta_1 + \beta_2$	R_2	255	88
	$\gamma_1 + \gamma_2$	R_3	255	88
3	$\alpha_1 + \alpha_2$	R_1	182	53
	$\delta_1 + \delta_2$	R_4	182	53
	$\beta_1 + \beta_2$	R_2	182	88
	$\gamma_1 + \gamma_2$	R_3	182	88
4	$\alpha_1 + \alpha_2$	R_1	109	53
	$\delta_1 + \delta_2$	R_4	109	53
	$\beta_1 + \beta_2$	R_2	109	88
	$\gamma_1 + \gamma_2$	R_3	109	88
5	$\alpha_1 + \alpha_2$	R_1	37	53
	$\delta_1 + \delta_2$	R_4	37	53
	$\beta_1 + \beta_2$	R_2	37	88
	$\gamma_1 + \gamma_2$	R_3	37	88

Anhang IX

Berechnung der Entfernungen beim Rücken von Stammholz mit Timberjack

Zone	Rückefeld	Leerfahrt Rückegasse	Leerfahrt Erdweg (Bestand) m	Leerfahrt Waldstraße (befest. Weg) m	Seil ausziehen bergauf m	Seil ausziehen bergab m	Lastfahrt Rückegasse	Lastfahrt Erdweg (Bestand) m	Lastfahrt Waldstraße (befest. Weg) m	davon Nachseilen m
1	$1a_1, 1a_2$	-	-	70	-	10	-	-	70	-
1	$1b_1, b_2$	R_1	46	53	-	10	R_1	46	53	-
	$1e_1, e_2$	R_4	46	53	-	10	R_4	46	53	-
	$1c_1, c_2$	R_2	46	88	-	10	R_2	46	88	-
	$1d_1, d_2$	R_3	46	88	-	10	R_3	46	88	-
2/3	$2a_1, a_2+3a_1, a_2$	R_1	219	53	10	-	R_1	219	53	-
	$2d_1, d_2+3d_1, d_2$	R_4	219	53	10	-	R_4	219	53	-
2/3	$2b_1, b_2+3b_1, b_2$	R_2	219	88	10	-	R_2	219	88	-
	$2c_1, c_2+3c_1, c_2$	R_3	219	88	10	-	R_3	219	88	-
4/5	$4a_1, a_2+5b_1, b_2$	R_1	82	53	10	-	R_1	82	53	-
	$4d_1, d_2+5e_1, e_2$	R_4	82	53	10	-	R_4	82	53	-
4/5	$4b_1, b_2+5c_1, c_2$	R_2	82	88	10	-	R_2	82	88	-
	$4c_1, c_2+5d_1, d_2$	R_3	82	88	10	-	R_3	82	88	-
5	$5a_1, 5a_2$	-	-	70	10	-	-	-	70	-

Anhang X

Berechnung der Entfernungen beim Rücken von Stammholz mit Unimog im Rundverkehr

Zone	Rückefeld	Leerfahrt Rückegasse	Leerfahrt Erdweg (Bestand) m	Leerfahrt Waldstraße (befest. Weg) m	Seil ausziehen bergauf m	Seil ausziehen bergab m	Lastfahrt Rückegasse	Lastfahrt Erdweg (Bestand) m	Lastfahrt Waldstraße (befest. Weg) m	davon Nachseilen m
1	$1a_1, 1a_2$	-	-	70	-	10	-	-	70	-
1	$1b_1, 1b_2$	R_2, Ra, R_1	135	88	-	10	R_1	46	53	46
1	$1e_1, e_2$	R_3, Ra, R_4	135	88	-	10	R_4	46	53	46
1	$1c_1, c_2$	R_1, Ra, R_2	135	53	-	10	R_2	46	88	46
	$1d_1, d_2$	R_4, Ra, R_3	135	53	-	10	R_3	46	88	46
2/3	$2a_1, a_2+3a_1, a_2$	R_2, Ra, R_1	400	88	10	-	R_1	219	53	-
	$2d_1, d_2+3d_1, d_2$	R_3, Ra, R_4	400	88	10	-	R_4	219	53	-
2/3	$2b_1, b_2+3b_1, b_2$	R_1, Ra, R_2	400	53	10	-	R_2	219	88	-
	$2c_1, c_2+3c_1, c_2$	R_4, Ra, R_3	400	53	10	-	R_3	219	88	-
4/5	$4a_1, a_2+5b_1, b_2$	R_2, Rb, R_1	245	88	10	-	R_1	82	53	-
	$4d_1, d_2+5e_1, e_2$	R_3, Rb, R_4	245	88	10	-	R_4	82	53	-
4/5	$4b_1, b_2+5c_1, c_2$	R_1, Rb, R_2	245	53	10	-	R_2	82	88	-
	$4c_1, c_2+5d_1, d_2$	R_4, Rb, R_3	245	53	10	-	R_3	82	88	-
5	$5a_1, 5a_2$	-	-	70	10	-	-	-	70	-

Lebenslauf

6. August 1937	Geburt in Königsberg/Pr.
Herbst 1944	Einschulung
Frühjahr 1945	Flucht nach Berlin (Spandau). Nach Kriegsende Fortsetzung des regelmäßigen Besuchs der Grundschule
1952	Übergang auf die "Freiherr-vom-Stein-Schule" (Mathematisch-naturwissenschaftliches Gymnasium)
13.3.1957	Abitur
Frühjahr 1957	Studienbeginn an der Technischen Universität Berlin im Fach "Landwirtschaftliche Technologie"
Herbst 1957	Zulassung zur Ausbildung für den Höheren Forstdienst im Lande Hessen
Frühjahr 1958	Abbruch des Studiums in Berlin und Beginn des forstlichen Praktikums in Hessen.
Winter 1958/59	Aufnahme des forstwissenschaftlichen Studiums an der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen in Hann.-Münden
4.8.1960	Ablegung der forstlichen Hochschulvorprüfung
Winter 1960/61	Wechsel an die Universität Freiburg
19.11.1962	Ablegung der forstlichen Hochschulschlußprüfung. Anschließend Beschäftigung als wissenschaftliche Hilfskraft im "Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft"
September 1965	Beginn der Referendarzeit
21.6.1968	Ablegung der Großen Staatsprüfung für den höheren Forstdienst
Juli 1968	Abordnung an das "Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft" in Freiburg zur Mitwirkung bei Untersuchungen über die Aufarbeitung von Nadelindustrieholz in langer Form
1969	Verlängerung der Abordnung wegen Übernahme einer Assistentenstelle
Seit 1972	Tätigkeit bei der Hess. Forsteinrichtungsanstalt in Gießen

Eberhard Siegmund